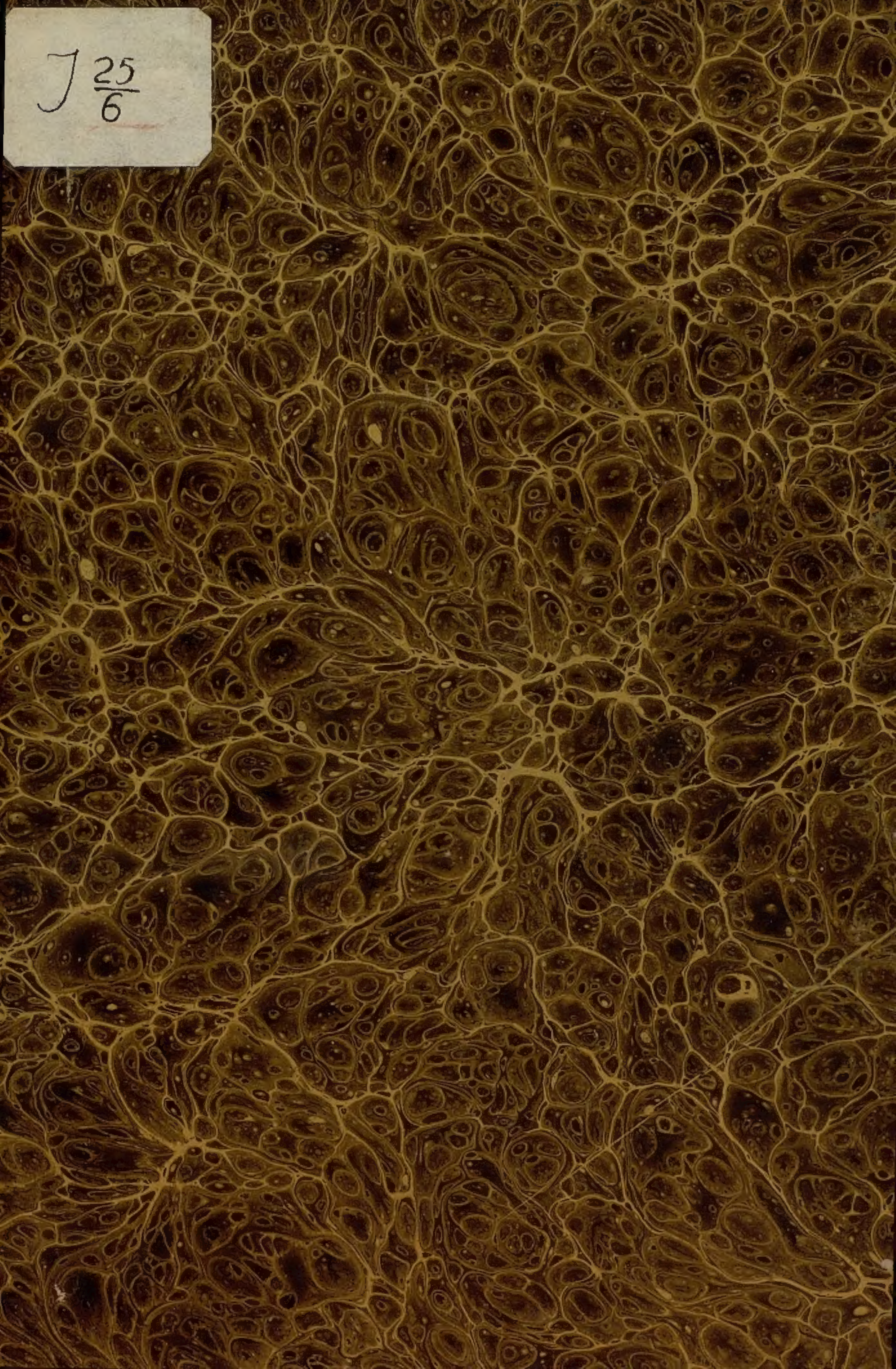
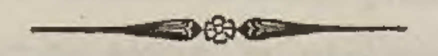

J 25/6

УПОТРЕБЛЕНІЕ
ИНСТРУМЕНТА
ПРОХОЖДЕНІЙ
ДЛЯ
ГЕОГРАФИЧЕСКАГО ОПРЕДѢЛЕНІЯ МѢСТЪ.

Сочиненіе
Г. Штруве.

Переведъ
Лейтенантъ Бѣлаго.

ОГЛАВЛЕНІЕ.




2007056802

УПОТРЕБЛЕНІЕ ИНСТРУМЕНТА ПРОХОЖДЕНІЙ (DUCHGANGINSTRUMENT, TRANSIT, INSTRUMENT DE PASSAGE) ДЛЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАГО ОПРЕДѢЛЕНІЯ МѢСТЪ.

§ 1.

Цѣль сего инструмента, есть описаніе вертикальной плоскости и наблюденія прохожденія чрезъ нее небесныхъ свѣтилъ.

Вертикалъ сей можетъ быть меридіанъ, и тогда инструментъ называется полуденной трубой. Наблюденіе прохожденія въ полуденной трубѣ, такъ называемыхъ фундаментальныхъ звѣздъ, то есть тѣхъ, которыхъ прямое восхожденіе съ точностію извѣстно, служитъ для опредѣленія времени; а сравненіями прохожденія ихъ съ прохожденіями неопредѣленныхъ звѣздъ, опредѣляется прямое восхожденіе послѣднихъ. Это употребленіе инструмента есть давнее и всеобщее; оно приводитъ непосредственно къ употребленію его для опредѣленія долготы мѣста; ибо, такъ какъ прямое восхожденіе Луны постоянно прибавляется, то наблюдая его на какомъ нибудь мѣстѣ, и сравнивъ этотъ моментъ съ моментомъ прохожденія ея на другомъ опредѣленномъ меридіанѣ, получимъ разность абсолютныхъ равнородныхъ временъ мѣста и перваго меридіана, что и будетъ искомая разность долготы.

Вертикалъ можетъ имѣть другое главное положеніе проходя чрезъ точки Востока и Запада, и въ этомъ его положеніи, по методѣ Бесселя (Bessel), инструментъ даетъ одно изъ удобнѣйшихъ и совершеннѣйшихъ средствъ для опредѣленія высоты полюса.

Если же инструментъ находится въ какомъ нибудь изъ междулежащихъ вертикаловъ, то можетъ быть употребляемъ для опредѣленія времени, прямаго восхожденія и высоты полюса; изъ нихъ первыя тѣмъ точнѣе чѣмъ ближе инструментъ будетъ находить-

ся къ меридіану, а послѣднее къ первому вертикалу; потому что въ меридіанѣ не возможно съ точностію опредѣлять широту, а въ первомъ вертикалѣ абсолютное опредѣленіе времени.

§ 2.

Линія зрѣнія, опредѣляемая сѣтью нитей, при обращеніи трубы, должна описывать вертикалъ. Отсюда можно видѣть условія, которымъ инструментъ долженъ удовлетворять и средства къ исправленію его, не принимая во вниманіе наблюденіе свѣтилъ. Труба должна обращаться на совершенно круглыхъ цапфахъ; а линія зрѣнія должна быть перпендикулярна къ оси вращенія. Если цапфы не круглы, то вмѣсто большаго круга опишется на небѣ неправильная кривая линія. Если же линія зрѣнія не перпендикулярна къ оси, то вмѣсто большаго, опишется малой паралельной къ нему кругъ, общія полюсы которыхъ будутъ въ двухъ точкахъ небеснаго шара, соотвѣтствующихъ продолженію оси инструмента. Такъ какъ этотъ кругъ, описываемый линіей зрѣнія, долженъ быть вертикалъ, слѣдовательно ось вращенія должна лежать горизонтально; для сего уровень или какой другой, замѣняющій его приборъ долженъ составлять неотъемлемую принадлежность инструмента.

Наблюденія прохожденія звѣздъ могутъ только опредѣлить, какой вертикалъ описывается линіей зрѣнія: меридіанъ ли, первой вертикалъ или одинъ изъ между лежащихъ большихъ круговъ; но и одни они не въ состояніи показать, точноли проходитъ большой кругъ чрезъ зенитъ или нѣтъ. Очевидно, что когда линія зрѣнія и ось не совершенно исправлены, то наблюденія на таковомъ инструментѣ, тогда только могутъ дать такія же точно выводы, какъ на совершенно исправленномъ, когда будетъ съ точностію извѣстна величина каждой изъ означенныхъ погрѣшностей, чтобы вліяніе ихъ можно было употребить въ вычисленіи. Вообще

инструментъ, котораго погрѣшности съ точностію извѣстны, цѣнится одинаково какъ бы и вовсе ихъ неимѣющій; но чѣмъ менѣе его погрѣшности, тѣмъ вліяніе ихъ маловажнѣе, и тѣмъ легче ихъ вычисленіе. Слѣдовательно Астрономъ долженъ стараться какъ возможно точнѣе исправить свой инструментъ, поставя себѣ долгомъ, всѣ оставшіяся его уклоненія съ вѣрнѣйшею точностію узнать и въ вычисленіи употребить.

И такъ разсмотримъ теперь, что требуется отъ хорошаго инструмента прохожденія. Во первыхъ: круглыя цапфы; если они не круглы или повреждены, то инструментъ вовсе негоденъ. Во вторыхъ: оптическая сила трубы, должна быть соразмѣрна цѣли инструмента; а связь ея съ осью такъ должна быть крѣпка, чтобы направленіе линіи зрѣнія противу оси, при обращеніи ее не перемѣнялось. Въ третьихъ: такъ какъ цапфы оси обращаются въ гнѣздахъ, то необходимо чтобъ эти гнѣзда были какъ можно тверже укрѣплены. На большихъ инструментахъ гнѣзда прикрѣпляются къ каменнымъ столбамъ, утвержденнымъ на фундаментѣ, защищенномъ по возможности отъ всѣхъ внѣшнихъ вліяній. Въ переносинструментахъ, оба гнѣзда находятся на подножникѣ, служащемъ основаніемъ цѣлаго, которой для этой цѣли долженъ быть снабженъ надлежащей крѣпостію. Наконецъ: инструментъ долженъ имѣть всѣ удобности при наблюденіи и всѣ потребности къ своему исправленію.

Сочиненіе это назначено для путешествующихъ Астрономовъ нашего Отечества, при употребленіи ими переносныхъ инструментовъ. Такъ какъ у нашихъ Морскихъ и Генеральнаго Штаба Офицеровъ преимущественно употребительны инструменты: Троутона (Troughton) изъ Лондона, и Эртеля (Ertel) изъ Мюнхена, то и займусь я теперь описаніемъ этихъ двухъ инструментовъ.

*

§ 3.

Описаніе Троутонова переноснаго Транзита.

Таблица I, представляетъ инструментъ какой теперь находится на здѣшней обсерваторіи (въ Дерптѣ) для практическаго преподаванія Флотскимъ офицерамъ, въ масштабѣ $\frac{1}{3}$ его настоящей величины. Это тотъ самый Инструментъ, который служилъ Г. Астроному Прейсу (Preuss) въ его путешествіи съ Капитаномъ Коцебу и которымъ сдѣланы столь превосходныя опредѣленія долготъ С. Франциско и Петропавловскаго порта.

Весь Инструментъ сдѣланъ изъ мѣди и состоитъ изъ подножника, трубы и уровня. Подножникъ состоитъ изъ діаметрально укрѣпленнаго кольца A, съ проходящими тремя ножными винтами, a, на которыхъ онъ стоитъ. Въ чертежѣ коническія концы этихъ винтовъ вставлены въ соотвѣтствующія имъ углубленія въ плиточкахъ b. Эти плиточки суть необходимая принадлежность инструмента, но не смотря на это, сначала ихъ при немъ не было. Они должны быть снабжены на нижней своей поверхности тремя маленькими стальными спицами, чтобы при постановленіи ихъ на деревянную или на каменную поверхность, могли крѣпче на ней утвердиться. Гайки d, навинчиваясь на ножные винты, служатъ для того, что уставя какъ слѣдуетъ ножные винты, закрѣпляютъ ихъ въ этомъ положеніи, прижимая къ кольцу A.

На кольцѣ стоятъ двѣ поддержки гнѣздъ, B и B′, съ которымъ они соединены винтами e, а съ діаметромъ подпорами C и винтами f и g. Фигура 2, представляетъ одну изъ подпоръ съ боку, съ помѣщеннымъ въ ней горизонтально движущимся гнѣздомъ. Оба гнѣзда,

въ которыхъ лежатъ концы оси, вырѣзаны прямымъ угломъ и нѣсколько сводомъ, что бы цапфы прикасались къ нимъ въ одной только точкѣ. Гнѣздо въ B, изъ одной штуки съ поддержкой, а въ B′ подвижно для того чтобы можно было инструментъ точно по Азимуту уставить; устроеніе движущагося гнѣзда видно въ фигурѣ 2 (гдѣ оно представлено по снятіи покрышки), l гнѣздо, h служащій для движенія винтъ, которымъ дѣйствуютъ посредствомъ приложеннаго ключа i.

Самая труба состоитъ изъ оси D и трубы E. Ось обращается на двухъ цилиндрическихъ цапфахъ изъ колокольнаго металла. Одинъ конецъ ея k, имѣетъ на себѣ небольшой кругъ F; другой же k^1 просверленъ чтобъ пропустить свѣтъ отъ лампы, которой падая на наклоненное подъ угломъ 45° зеркало, держащееся винтомъ m, отражается на окуляръ и освѣщаетъ нити. Лампа обыкновенно стоитъ на какомъ нибудь подножникѣ, который можетъ быть прикрѣпленъ при каждой поддержкѣ гнѣздъ; но это близкое положеніе лампы очень вредно для инструмента, потому что происходящая отъ ней теплота должна поддержки гнѣздъ расширять, а чрезъ что перемѣняется положеніе инструмента. Для отвращенія этаго необходимо имѣть лампу въ большемъ отъ инструмента разстояніи, и совершенно отъ него отдѣльно. Обѣ половины трубы E ввинчены въ ось, одна изъ нихъ содержитъ объективъ, а другая окуляръ O; окуляръ состоитъ изъ двухъ единоцентренныхъ трубочекъ, между которыми входитъ главная труба; послѣдняя въ четырехъ мѣстахъ прорѣзана для пропуска винтовъ n, идущихъ отъ надѣлки одной трубы къ другой, вырѣзы эти доставляютъ возможность перестановки O противу E, и когда O получитъ надлежащее положеніе, тогда завинчивается 4-мя винтами n. Внутри окуляра O, находится плоскостца содержащая сѣть нитей, которая держится на днѣ его

между двумя боковыми пластинками срѣзанными наискось. Винты o и o′, передвигая плоскостцу служатъ для исправленія линіи зрѣнія. Окуляровъ 3, два прямыхъ и одинъ съ наклоннымъ подъ угломъ 45° зеркаломъ, посредствомъ котораго можно наблюдать ближе къ зениту; но и тутъ наблюденія при малыхъ зенитальныхъ разстояніяхъ, около 20°, почти невозможны, потому что глазъ не подходитъ къ окуляру. Это есть важнѣйшій недостатокъ инструмента, которому можно бы помочь сдѣлавъ поддержки B и B′, около двухъ дюймовъ выше.

Труба въ оптическомъ отношеніи, очень хороша; діаметръ объектива содержитъ въ себѣ 1,6 Англ. дюйм. = 18 п. линій. Увеличиваніе обоихъ прямыхъ окуляровъ 37 и 26 разъ; предпочтительно же употребляемый преломляющій окуляръ, увеличиваетъ около 30 разъ.

Къ цапфѣ k прикрѣпленъ кругъ F служащій для нахожденія свѣтилъ; онъ раздѣленъ на полъ-градуса, а оба верніера v, даютъ минуты. Они находятся на плечѣ обнимающемъ продолженную цапфу; это плечо посредствомъ рычага p и тисочекъ q прикрѣпляется къ поддержкѣ. На плечѣ находится уровень r, къ исправленію котораго служитъ винтъ s. Когда ставъ лицемъ къ кругу найдемъ на немъ высочайшую его точку, то отъ этой точки начинаются дѣленія, отъ правой руки къ лѣвой; и такъ если труба направлена къ зениту, то на верху стоитъ нуль, на лѣво въ горизонтъ 90°; отсюда дѣленія опять начинаются съ нуля и въ надирѣ вторично 90°, и такъ далѣе; отсюда слѣдуетъ что когда труба лѣвѣе зенита, то верніеры показываютъ высоты а правѣе зенитальныя разстоянія.

Фигура 3, представляетъ уровень которой своими прямоугольно обдѣланными ножками, ставится на цапфы. Первоначально поставленная художникомъ стеклянная трубка по несовершенству

своему, была не способна ни для какого исправленія, а годна была только для одного самаго грубаго установленія оси. Я поставилъ на мѣсто его другой Фраунгофера (Fraunhofer) со всѣми нужными поправочными винтами; подобное ему будетъ описано при описаніи инструмента Эртеля.

§ 4.

Описаніе переноснаго инструмента прохожденія Эртеля).*

На Таблицѣ II инструментъ этотъ представленъ въ половинной своей величинѣ; состоитъ большею частію изъ мѣди, только корпусъ горизонтальной оси и поддержки гнѣздъ изъ колокольнаго металла; цапфы же и вертикальная ось изъ стали.

Кругъ A, укрѣпленный тремя радіусами, стоитъ тремя своими ножками f, на ножныхъ винтахъ a, которыя сами входятъ въ углубленія плитокъ b, и такимъ образомъ образуется неподвижимое основаніе инструмента.

Движущаяся верхняя часть состоитъ, изъ просверленной плоскости P, поддержекъ гнѣздъ и трубы. Плоскость P, имѣетъ въ своей срединѣ идущую внизъ коническую ось d e, которая сдѣлана изъ стали и съ совершенною точностію входитъ въ высверленное въ кругѣ A гнѣздо; низъ этаго гнѣзда означенъ на чертежѣ буквой c; оно идетъ до самой верхней поверхности круга, и сдѣлано изъ колокольнаго металла, что бы не такъ скоро обтиралось какъ изъ мягкой мѣди. Вставивъ ось d e въ гнѣздо, и закрѣпивъ обои тиски h, винтами g, верхняя часть инструмента крѣпко соединится съ своимъ основаніемъ. Если отвернуть винты g, тогда верхняя часть можетъ быть обращаема около сво-

---

*) Въ послѣдствіи конструкція этаго инструмента нѣсколько Эртелемъ измѣнена, именно: въ подножіи и въ микрометрическомъ движеніи; но эти перемѣны не такъ важны что бы заслуживали особенное описаніе, или чтобы могли произвесть въ употребленіи и въ повѣркахъ его какое нибудь измѣненіе.

ей вертикальной оси d e, и такимъ образомъ приведя линію зрѣнія въ желаемой вертикалъ можно тотчасъ закрѣпить. Поверхность круга A, раздѣлена отъ 15 до 15 минутъ а съ помощію находящагося на P, индекса можно уставить инструментъ въ азимутѣ, съ точностію до одной минуты. Вывинтивъ вовсе винты g изъ тисокъ h, можно верхнюю часть совершенно отдѣлить отъ нижней, вынувъ только ось d e изъ гнѣзда c, поднявъ ее за гнѣздовыя поддержки; эти поддержки B, изъ колокольнаго металла и снабжены противъ всякаго погиба, надлежащей крѣпостію. Самыя гнѣзда обдѣланы прямоугольно, а касающаяся цапфамъ поверхность сдѣлана сводомъ. Оба гнѣзда сами по себѣ во все не подвижны, потому что поправка въ вертикалѣ дѣлается ножными винтами, а въ Азимутѣ обращеніемъ около вертикальной оси.

Горизонтальная ось D, идетъ изъ куба E, и кончается двумя стальными цапфами лежащими въ гнѣздахъ и выходящими на внѣшнюю ихъ сторону. На правой сторонѣ выдавшаяся часть ея коническая и держитъ на себѣ, служащій для прінскиванія кругъ F; привинтивъ гайку k, кругъ этотъ будетъ отъ одного тренія крѣпко сидѣть на оси; ослабивъ же k, можно его на оси переставлять; онъ раздѣленъ на полъ-градуса; указатель состоитъ изъ одной только черты на плоскостцѣ l, укрѣпленной при каждой поддержкѣ. При помощи микроскопа можно на немъ отсчитывать до 2-хъ минутъ, и этаго достаточно для нахожденія звѣзды. Другой конецъ оси сдѣланъ винтомъ, куда навинчивается окулярная часть O. Эта часть состоитъ изъ двухъ мѣдныхъ трубочекъ: внутренней n, которая навинчена непосредственно на самую цапфу; и внѣшней m, надвигающейся сверхъ этой. На n, находится стальная придѣлка o, на m, кольцо p, съ проходящими двумя винтами q, чрезъ что m, можетъ имѣть тихое горизонтальное движеніе, а ослабивъ одинъ изъ винтовъ q, то эта же m, получитъ движеніе по длинѣ n

и o. Внутри m, находится маленькая трубочка, содержащая въ просверленной своей поверхности сѣть нитей. Окуляръ r, привинчивается снаружи къ m, и можетъ самъ по себѣ быть передвигаемъ. Увеличиванiе трубы 28 разъ; дiаметръ предмѣтнаго стекла=1,2 Англин. дюйм. или 13 пар. линiй.

На кубѣ оси по одну его сторону, находится предмѣтная труба G, уравновѣшивающаяся тяжестiю H. Въ кубѣ помѣщена призма, отражающая лучи объектива въ окуляръ; она представлена съ своими поддержками въ фигурахъ 2, 3 и 4, такъ что во всѣхъ 3-хъ фигурахъ, тѣже части означены тѣми же буквами. Фигура 2-я, представляетъ устроенiе ее съ боку, когда труба находится въ вертикальномъ положенiи. Фигура 3-я, представляетъ ее изъ окуляра; а фигура 4-я нижнiя ея поддержки; π, есть самая призма, лежащая на нижней своей плоскости; она прикрѣплена скобкою ρ, и двумя винтами σ, къ мѣдной штучкѣ или стулу τ; этотъ стулъ поддерживается 3-мя винтами α, которыя ввинчиваются въ поддержку μ, а винтомъ β входящимъ непосредственно въ самый τ, закрѣпляется. Поддержка μ, верхней своей частью входитъ въ круглое отверстiе куба E, оставляя нижнiй свой конецъ наружѣ; сквозь этотъ нижнiй конецъ проходятъ три винта γ, которыя прикрѣпляютъ къ кубу цѣлое устроенiе. Отверзтiя въ μ, для винтовъ γ, сдѣланы нѣсколько длинноватыми для того, чтобъ можно было призму вмѣстѣ съ поддержкой, обращать нѣсколько около оси объективной трубы; для этаго и придѣланы два винта δ.

Кольцо K охватываетъ ось и если находящiйся въ немъ винтъ, который на рисункѣ не виденъ, будетъ завинченъ, то ось будетъ неподвижна, и тогда употребляется для легкаго движенiя микрометрической винтъ s. (Въ послѣдствiи микрометрическое движенiе другимъ образомъ устроено).

Фиг. 5. Представляетъ уровень служащій къ точному установленію оси; ножки которыми стоитъ онъ на оси, вырѣзаны подъ угломъ 60°, какъ видно на боковомъ ихъ разрѣзѣ, фигура 9. Мѣдная трубочка находящаяся между ножками, окружена двумя кольцами ε, въ правое ввинчены насквозь два винта ζ, а въ лѣвое соотвѣтственно имъ входятъ тоже насквозь винты η служащій для вертикальныхъ и θ, для горизонтальныхъ движеній стеклянной трубочки. Противъ ихъ привинчена посрединѣ мѣдная пружина дѣйствующая подъ угломъ 45° съ вертикальной плоскостью проходящей чрезъ ось трубки; между этой пружиной и тѣми четырьмя концами винтовъ, кладется стеклянная трубочка, а пружина по своему положенію прижимаетъ ее какъ къ горизонтальнымъ такъ и къ вертикальнымъ винтамъ.

При ночныхъ наблюденіяхъ, для освѣщенія нитей надѣвается на предметное стекло кольцо R, (фигура 6 и 7) къ которому придѣлана на тоненькой полосочкѣ, высеребрянная дощечка x, служащая для отраженія свѣта въ нити. Эта дощечка не должна быть болѣе означенной на чертежѣ а полосочка должна быть, какъ можно тонѣе, чтобы менѣе закрывала объективъ. Направивъ зеркальную поверхность противъ окуляра, освѣщаютъ ее ручнымъ фонаремъ.

Дополненіе къ описанію Эртелева переноснаго инструмента прохожденій.

Въ послѣднемъ инструментѣ (1835 года) сдѣланы Эртелемъ весьма важныя улучшенія, которыя хотя не дѣлаютъ никакой разности въ сущности самаго употребленія инструмента, но даютъ гораздо лучшія средства для точнѣйшаго установленія его въ каждомъ вертикалѣ и ось его по теперешнему устройству, можно уставить математически горизонтально.

Эртель давъ теперешнему инструменту размѣръ нѣсколько большій противу прежняго, за то далъ трубу увеличивающую до 60 разъ. Въ прежнемъ, описанномъ здѣсь инструментѣ, длина оси съ цапфами 9,5 дюйма, а въ теперешнемъ 11,5; разность весьма незначительная а разность въ увеличиванiи трубъ ровно вдвое. Діаметръ объэктива этой трубы безъ діофрагмы 1,9 дюйма; разстояніе объэктива отъ центра призмы 12 дюймовъ; а разстояніе окуляра отъ призмы 8,2 дюйма.

Существенная часть нижняго устройства почти таже, только головки ножныхъ винтовъ, раздѣлены каждая на 100 равныхъ частей, и указатель вставляется по произволу, въ каждую изъ ножныхъ плиточекъ Ѣ.

Основа движущейся верхней части, состоявшая прежде изъ толстой плоскости P, теперь состоитъ изъ цѣльнаго круга, плотно входящаго въ Азимутальной кругъ A, который раздѣленъ чрезъ 10 секундъ; а на кругѣ P, вмѣсто бывшихъ прежде черточекъ, сдѣланы два верніера.

Дѣленія какъ здѣсь, такъ равно и на кругѣ высотъ, сдѣланы на серебрѣ вмѣсто бывшихъ прежде на мѣди; что чрезвычайно тяжело для глазъ, особенно при огнѣ.

Верхняя подвижная часть соединяется съ нижней, вмѣсто двухъ, тремя винтами G; два изъ нихъ въ прежнемъ же мѣстѣ у поддержекъ гнѣздъ, а третій на окружности Азимутальнаго круга, въ ровномъ отъ нихъ разстояніи. У этаго послѣдняго винта, придѣланъ винтъ для микрометрическаго движенія трубы въ Азимутѣ, важнѣйшій недостатокъ прежняго инструмента; головка же микрометрическаго винта для удобства сдѣлана на обоихъ его концахъ. Чтобъ двигать микрометромъ трубу, должно оба винта G, у поддержекъ ослабить, оставивъ закрѣпленнымъ одинъ только винтъ

G, на окружности у микрометра. И такъ, теперь всякое отклоненіе инструмента въ Азимутѣ, можно легко и скоро исправить съ точностію до секунды.

Одно изъ важнѣйшихъ улучшеній инструмента безспорно составляетъ подвижное гнѣздо, которое можетъ двигаться по вертикалу посредствомъ четырехъ винтовъ, изъ которыхъ два съ низу, а два сверху, такъ что ослабляя верхнія и завинчивая въ тоже время нижнія, конецъ оси будетъ возвышаться и обратно; это устройство даетъ способъ уставить ось горизонтально, независимо отъ всѣхъ прочихъ несовершенствъ.

Устроеніе уровня тоже имѣетъ важныя улучшенія: вмѣсто бывшей мѣдной трубки, сдѣланъ простой мѣдной жолобъ, куда кладется стеклянная трубка и прикрѣпляется къ нему двумя тоненькими мѣдными обручиками. На концахъ этаго жолоба вдѣланы дощечки, изъ которыхъ каждая привинчена къ нему съ боковъ только двумя винтами, и слѣдовательно можетъ имѣть около нихъ малое вращательное движеніе. Въ ножкахъ уровня или жолоба, которыя составляютъ совсѣмъ отдѣльныя отъ него части, вдѣланы движущіяся дощечки; въ одной изъ нихъ дощечка движется вертикально а въ другой горизонтально. Движенія эти производятся винтами: для горизонтальнаго движенія, винты расположены съ боковъ по одному съ каждой стороны; а для вертикальнаго оба винта сверху, такъ что завинчивая одинъ изъ нихъ, ослабляя въ тоже время другой, дощечка будетъ подниматься или опускаться. Къ этимъ движущимся въ ножкахъ дощечкамъ, привинчивается жолобъ, движущимися своими стѣнками и такимъ образомъ легко и удобно можно перемѣнять положеніе уровня, какъ въ Азимутѣ такъ и въ вертикалѣ.

Призма прикрѣплена такимъ же образомъ какъ было здѣсь описано (смотри листъ II Фиг. 4), только винтовъ γ, совсѣмъ нѣтъ;

длинноватыя же притихъ вырѣзы сдѣланы у винтовъ α, дѣйствія которыхъ тѣже что и γ, то есть перемѣняютъ положеніе призмы, если линія зрѣнія не перпендикулярна къ ея плоскостямъ. Если же линія зрѣнія, не дѣлаетъ съ осью вращенія прямой уголъ, то движенія призмы производятся такимъ же образомъ, тѣми же винтами δ, только устроеніе ихъ находится внутри куба E и выходятъ наружу сквозь боковыя его плоскости; цѣлое же устроеніе прикрѣпляется къ кубу тѣмъ же винтомъ β.

А. Бѣлаго.

Примѣчаніе Здѣсь части означены тѣми же самыми буквами, какъ и прежде, при описаніи этаго инструмента въ § 4.

§ 5.

Всеобщія примѣчанія.

I. О установленіи инструмента.

Не возможно дать точнаго наставленія въ разсужденіи подножія, на которомъ инструментъ долженъ быть поставленъ, потому что это много зависитъ отъ обстоятельствъ въ которыхъ находится наблюдатель. Цѣль подножія есть двоякая, во первыхъ доставить инструменту крѣпкое не подвижное положеніе, чего на простой землѣ, если нѣтъ скалы, по причинѣ ея мягкости достигнуть нельзя; во вторыхъ: настолько возвысить инструментъ отъ земли, сколько нужно для удобности наблюдателя. Сложенной изъ кирпичей или массивной каменной столбъ около 3-хъ футъ вышины на прочномъ фундаментѣ предпочитается всѣмъ прочимъ подножіямъ. Но только весьма рѣдко встрѣчаются такія счастливыя обстоятельства, что бы путешествующій Астрономъ могъ сдѣлать таковой столбъ, развѣ только путешествующему на морѣ, которымъ совѣтуется брать съ собою 3 или 4 кубиче-

скіе камня, которые можно было бы уложить столбомъ всюду на матерой землѣ не употребляя извести; при мягкомъ же грунтѣ, полезно подъ ними вколачивать сваи. Послѣ каменнаго столба, лучшее подножіе есть желѣзной треножникъ такого устройства, что бы нижнюю его часть можно было укладывать гирями, камнями и другими тяжестями, а для перевозу могъ разбираться. Если грунтъ не слишкомъ твердъ, то хорошо чрезъ подкладку камней, не давать треножнику входить въ землю, а для уменьшенія дѣйствія температуры хорошо также покрывать его какимъ нибудь теплымъ веществомъ, какъ напримѣръ: толстымъ шерстянымъ одеяломъ. Наконецъ можно употребить и деревянныя козлы, которыя можно также хорошо установить какъ и желѣзныя. Во всѣхъ случаяхъ главною цѣлью должно быть, чтобы собственная тяжесть наблюдателя не имѣла вліянія на инструментъ, то есть: чтобы состояніе инструмента не перемѣнялось и не зависѣло отъ положенія наблюдателя. Для этаго, гдѣ только можно, нужно дѣлать такъ называемой фальшивой полъ, состоящій изъ трехъ досокъ положенныхъ на бревнахъ, въ разстояніи нѣсколькихъ футъ отъ инструмента. При дневныхъ наблюденіяхъ необходимо предохранить какъ инструментъ, такъ равно и его подножіе, отъ вліянія солнечныхъ лучей и также отъ сильнаго вѣтра. Если деревянныя козлы выкрашены масленой краской, то перемѣны положенія инструмента будутъ всегда не велики и опытный наблюдатель получитъ на немъ такія же вѣрныя результаты, какъ и на каменномъ столбѣ, потому что онъ будетъ имѣть средства узнать всякое измѣненіе въ положеніи инструмента и вліяніе ихъ употребить въ вычисленіи. Средства эти суть слѣдующія: для наклоненія оси уровень; для направленія линіи зрѣнія, марка въ горизонтѣ; для положенія противу небеснаго полюса наблюденіе прохожденія звѣздъ различныхъ склоненій.

Что бы имѣть наилучшій предметъ въ горизонтѣ, для узнанія постояннаго направленія инструмента въ разсужденіи того же пункта, предлагается ставить марку, состоящую изъ черной доски съ прикрѣпленной по срединѣ бѣленькой полосочкой бумаги, въ разстояніи отъ 200 до 1000 саженъ, смотря по мѣстоположенію; на эту полосочку должна направляться средняя нить инструмента; ширина же марки должна быть такова, чтобы она не много выходила изъ за обоихъ краевъ средней нити; а высота ее можетъ быть вдвое болѣе ширины. Линѣйная же мѣра марки, зависитъ отъ разстоянія ея отъ инструмента; укрѣплена должна быть какъ можно крѣпче на какомъ нибудь вкопанномъ въ землю столбѣ или на нагруженномъ камнями треножникѣ, стараясь чтобы она даже на линію не измѣняла своего положенія, потому что одна линія, при радіусѣ 200 саженъ, составляетъ одну секунду градуса; тогда уже можно будетъ принять направленіе къ маркѣ не измѣняемымъ, и всякое азимутальное движеніе инструмента, чрезъ отклоненіе линіи зрѣнія отъ марки, будетъ извѣстно. Въ инструментѣ Троутона это отклоненіе поправляется винтомъ h, Табл. I. фиг. 2. Въ инструментѣ же Эртеля вовсе нѣтъ микрометрическаго движенія въ азимутѣ, а должно ослабивъ винты g, обоихъ тисковъ h, Табл. II, поворачивать всю верхнюю часть, покуда линія зрѣнія будетъ опять на маркѣ *).

Такую марку употреблять можно только днемъ, но важнѣйшее предстоитъ увѣриться при ночныхъ наблюденіяхъ, въ неизмѣняемомъ положеніи своего инструмента. Чтобы имѣть для этаго ночную марку, дѣлаютъ въ самой срединѣ бѣлой полосочки, отверстіе, которое и освѣщается поставленною позади него лампою.

Часто случается что мѣстное положеніе не позволяетъ имѣть

*) Въ новыхъ Эртелевыхъ инструментахъ и этотъ недостатокъ какъ мы уже видѣли на стр. 10. исправленъ и микрометрическое движеніе дѣлано еще лучше нежели въ Троутоновомъ. Примѣч. Перев.

марку, то въ такомъ случаѣ, по не имѣнію ночной марки, наблюденіе прохожденія звѣздъ различныхъ склоненій, вмѣстѣ съ данными уровня, даютъ средство отъ времени до времени узнавать положеніе инструмента въ азимутѣ и его измѣненія. Но марка преимущественно должна употребляться, когда наблюдатель принужденъ ежедневно снимать свой инструментъ и желаетъ при всякомъ случаѣ новаго установленія получить прежній азимутъ.

II. О сѣти нитей.

Въ прежнихъ инструментахъ нити почти всегда состояли изъ весьма тонкой проволоки, теперь же на ихъ мѣстѣ во всеобщемъ употребленіи паутина, потому что послѣдняя гораздо тонѣе, слѣдовательно наблюденія будутъ гораздо вѣрнѣе; но какъ они такъ легко рвутся, то наблюдатель долженъ умѣть замѣнять ихъ новыми. Нити эти получаются непосредственно отъ пауковъ, пустивъ одного изъ нихъ бѣжать по перу и потомъ тряхнувъ, принудить его тѣмъ спуститься по паутинѣ *). Получивъ такимъ образомъ нужную нить прикрѣпляютъ ее къ обоимъ ножкамъ разтвореннаго циркуля воскомъ или лакомъ, наблюдая чтобъ каждый конецъ ея обернулся нѣсколько разъ около ножки. По тягучему свойству таковой нити, растягиваютъ ее еще весьма значительно на циркулѣ, давъ ей сначала отсырѣть посредствомъ дыханія или водяныхъ паровъ. Когда нить будетъ такимъ образомъ вытянута до самой высшей возможности тогда должно ее прикрѣплять къ пластинкѣ содержащей сѣть для того чтобы она при самой сырѣйшей погодѣ оставалась туго вытянутою. Прикрѣпленіе производится легкимъ движеніемъ циркуля, приводя нить на черточки видныя на плоскостцѣ и потомъ при

---

*) Обыкновенно паукъ снова подымается по нити, тряхнувъ другой разъ паукъ опять спустится на низъ и нить будетъ уже вдвое толще прежней; такимъ образомъ можно отъ того же паука получать нити разныхъ толстотъ. Прим. Перев.

крѣпляютъ горячей каплей воска или лакомъ, которой взявъ на спичку намазываютъ въ тѣхъ мѣстахъ мѣдь; послѣднее крѣпленіе надежнѣе, потому что воскъ, смотря по температурѣ, или вовсе отстаетъ или мягчѣетъ.

Но пауки не всегда даютъ паутину, къ тому же нельзя ихъ имѣть всегда подъ руками и потому наилучшее запастись паутиннымъ гнѣздомъ, куда пауки кладутъ свои яйца. Эти желтоватыя нитяныя свертычки преимущественно находятся въ деревянныхъ строеніяхъ, подъ желѣзными крышами и тому подобное. Если гнѣздо содержитъ въ себѣ яйца, то развернувъ его выбрасываютъ ихъ вонъ. Нити изъ таковаго гнѣзда можно всегда выдернуть и нити того же гнѣзда всегда равной толстоты. При натягиваніи берутъ ихъ также между ножками циркуля, разпаривъ и вытянувъ ихъ напередъ на водяномъ пару.

Сѣть обыкновенно состоитъ, изъ пяти вертикальныхъ нитей въ разстояніи одна отъ другой отъ 20 до 30 секундъ времени или отъ 5 до $7\frac{1}{2}$ минутъ градусныхъ, и двухъ горизонтальныхъ, какъ представляетъ въ увеличенномъ видѣ на таблицѣ I. фигура 2. Разстояніе горизонтальныхъ нитей должно составлять около $\frac{1}{4}$ разстоянія вертикальныхъ. Для означенія мѣста горизонтальныхъ нитей, обыкновенно дѣлается на обоихъ сторонахъ плоскотцы по одной только черточкѣ и кладутъ нити при помощи микроскопа по глазомѣру, въ равномъ отъ нихъ разстояніи и залѣпляютъ ихъ за одинъ разъ. Для прочихъ же нитей также должно употреблять микроскопъ чтобы можно было лучше видѣть точно ли лежатъ нити на чертахъ или нѣтъ.

Въ инструментѣ Троутона разстояніе между вертикальными нитями около 30″ времени; прежде въ немъ были металлическія нити, которыя закрѣплялись винтами; теперь эти винтики вынуты вонъ, потому что мѣшаютъ крѣпить паутины. Чтобы вынуть

изъ этаго инструмента плоскость содержащую сѣть нитей, вывинчиваютъ вонъ винты n, тогда вынется цѣлая окулярная часть o; потомъ вывинчиваются винты o и o′, и ослабляютъ внутри винты между которыми лежитъ самая плоскостца сѣти. Чтобъ вынуть и опять вложить ее употребляются обыкновенныя плоскія часовыя щипчики.

Чтобъ вынуть таковую же изъ инструмента Эртеля ослабляютъ въ окулярной части винтъ q, и снимаютъ трубочку m; отвинтивъ потомъ самой окуляръ r, видна будетъ плоскость образующая дно трубочки, въ которой находятся двѣ маленькія дырочки; въ нихъ вкладывается ключь, фигура 8, служащій частію для обращенія плоскости частію же для вынимания ее, для чего онъ и снабженъ на своихъ концахъ маленькими зубчиками. Онъ также употребляется для вкладыванія трубочки и имъ же ворочаютъ потомъ нити, покуда всѣ оне по глазомѣру не будутъ вертикальны при горизонтальномъ положеніи трубы. Въ этомъ инструментѣ, разстояніе между нитями около 25″ времени. Фокальное разстояніе объектива, то есть разстояніе сѣти до средины объектива, легко вымѣряется, пусть оно будетъ F, e разстояніе двухъ ближайшихъ вертикальныхъ нитей во времени или 15 e=E въ дугѣ, то линейное разстояніе ихъ A=F tang E. Въ Англійскомъ инструментѣ F=23 Англ. дюйма, E=7′,5; въ Мюнхенскомъ F=14 Англ. дюймовъ, E=6′,25; отсюда имѣемъ обѣ величины A=0,0498 и 0,0255 Англ. дюймовъ; слѣдовательно все протяженіе сѣти, содержащей 4 интервала отъ первой до послѣдней нити почти 0,2 и 0,1 Англійс. дюйма.

III. О наблюденіи времени прохожденія звѣзды чрезъ вертикальную нить.

Моментъ по часамъ, въ которой звѣзда суточнымъ своимъ движеніемъ совпадаетъ съ линіей зрѣнія на опредѣленной нити, есть

ближайшая искомая нашимъ инструментомъ величина. *Для* звѣздъ недалеко отстоящихъ отъ Экватора, моментъ этотъ ищется до частей секунды времени и даже опредѣляютъ его до $\frac{1}{10}$ доли. Эти части секунды опредѣляются зрѣніемъ. Слушая удары часовъ и замѣчая въ тоже время положеніе звѣзды между нитями, большею частію найдемъ что звѣзда, при одномъ ударѣ была по одну сторону нити, а при слѣдующемъ по другую. Продолжая такимъ образомъ щитать по часамъ, бьющимъ цѣлыя секунды, и находя что при ударѣ 45 секундъ звѣзда была въ a, при 46″ въ b, при 47″ въ c, при 48″ въ d, то чрезъ отщетъ получимъ что звѣзда при 47″,6 должна совпасть съ нитью. При этомъ отщитываніи должно имѣть въ виду видимой діаметръ или толстоту нити. Наблюдая по хронометрамъ, которые обыкновенно употребляются въ путешествіяхъ, и которыхъ ударъ равенъ 0″,3, 0″,4 или 0″,5, то въ моментъ, когда звѣзда приходитъ въ d, щитаютъ нуль и потомъ продолжаютъ щитать удары, покуда хронометръ не ударитъ полной секунды, и замѣчаютъ въ тоже время разстояніе d отъ нити, относительно пространства которое звѣзда проходитъ въ полной ударъ, то есть относительно c — d. Эта дробь записывается въ четвертяхъ удара. Если напримѣръ разстоянія d и c отъ нити были равны, то имѣли бы прохожденіе при 20″—13½ ударовъ=14″,6 полагая каждой ударъ 0″,4. (При сильномъ увеличиваніи трубы можно ясно различить дробь по стѣннымъ часамъ до $\frac{1}{20}$″ а по хронометру до $\frac{1}{10}$ части удара.)

Это отщитываніе тѣмъ труднѣе, чѣмъ медленнѣе видимое движеніе звѣзды въ трубѣ, то есть чѣмъ слабѣе увеличиваніе и

чѣмъ далѣе звѣзда отстоитъ отъ Экватора. Если труба установлена въ меридіанѣ, то звѣзда въ этомъ случаѣ разрѣзываетъ нити перпендикулярно; если же инструментъ отстоитъ далеко отъ меридіана, то всякая звѣзда идетъ вкось по нитямъ и тѣмъ труднѣе отщитывать моментъ ея прохожденія. Важнѣйшее состоитъ въ томъ, чтобы опредѣлить вѣрность момента прохожденія звѣзды при всякомъ склоненіи, относительно различныхъ увеличиваній трубы. Ясно, что вѣрность эта въ обратномъ содержаніи къ погрѣшности которая по теоріи вѣроятностей должна быть при каждомъ прохожденіи и эту вѣроятную погрѣшность прохожденія назовемъ wF. Для звѣзды, которой склоненіе$=\delta$, и для трубы увеличивающей 180 разъ, какъ Рейхенбаховъ меридіональный кругъ, найдется для опытнаго наблюдателя при хорошемъ состояніи воздуха.

$$wF=(\sqrt{0'',072^2+0''016^2 \sec\delta^2})$$ въ секундахъ времени (*).

а для трубы увеличивающей n разъ будетъ:

$$wF=(\sqrt{0'',072^2+\left(\frac{180}{n}\right)^2 0'',016^2 \sec.\ \delta^2})$$

Оба наши инструмента имѣютъ трубы увеличивающія около 30 разъ и потому для нихъ:

$$wF=\sqrt{(0'',072^2+0''096^2 \sec\ \delta^2.)}$$

Здѣсь слѣдуетъ табличка вѣроятныхъ погрѣшностей прохожденія чрезъ одну нить для обоихъ трубъ, звѣздъ различныхъ склоненій отъ Экватора до Полярной звѣзды.

(*) Гдѣ 0'',072 есть вѣроятнѣйшая неизбѣжная погрѣшность въ слухѣ; а 0'',016 во времени или 3'',24 въ дугѣ, вѣроятнѣйшая погрѣшность въ зрѣніи, для трубы увеличивающей 180 разъ; для трубы же увеличивающей n разъ погрѣшность слуха остается таже, а погрѣшность зрѣнія будетъ больше въ содержаніи $\frac{180}{n}$.

Склоненіе.	Увеличиваніе=180.	Увеличиваніе=30.	Отношенія величинъ w: F:
0°	0,″074	0″,120	1: 1,6
10	0, 074	0, 121	1: 1,6
20	0, 074	0, 125	1: 1,7
30	0, 074	0, 129	1: 1,8
40	0, 075	0, 145	1: 1,9
50	0, 076	0, 166	1: 2,2
60	0, 079	0, 205	1: 2,7
70	0, 086	0, 290	1: 3,4
80	0, 117	0, 558	1: 4,8
85	0, 147	1, 104	1: 5,6
88°.24′	0, 578	3, 439	1: 6,0

Для Экваторіальной звѣзды на переносномъ инструментѣ wF=0″,120 между тѣмъ какъ для большой трубы меридіональнаго круга таже wF=0,″074. И такъ на Экваторѣ въ 6 разъ болѣе увеличивающій инструментъ не обезпечиваетъ даже въ двойной вѣрности прохожденія. Но при большихъ склоненіяхъ преимущество большихъ инструментовъ уже весьма значительно и Полярная звѣзда, при благопріятномъ воздухѣ, наблюдается почти въ 6 разъ вѣрнѣе меридіональнымъ Рейхенбаховымъ кругомъ, нежели маленькими нами описываемыми переносными инструментами.

IV. О уровнѣ, и его употребленіи для горизонтальнаго установленія оси вращенія.

Цѣль уровня есть та, чтобы узнать наклоненіе оси вращенія и потомъ уравнить его нулю или съ точностію измѣрить. Такъ какъ уровень ставится всегда на поверхности обоихъ цилиндрическихъ цапфъ; ось же вращенія есть линія, соединяющая центры тѣхъ обоихъ круговъ гдѣ цапфы прикасаются къ гнѣз-

дамъ, слѣдовательно тогда только ось вращенія можетъ быть исправляема, когда толстота совершенно круглыхъ цапфъ равна между собою. У хорошихъ художниковъ разность діаметровъ цапфъ должна быть всегда очень мала; круглая же форма ихъ необходимо слѣдуетъ изъ самой выдѣлки ихъ на станкѣ.

Такъ какъ при направленіи трубы къ зениту, уровня во все нельзя поставить, то наилучшее положеніе трубы при исправленіи когда она направлена въ горизонтъ и если время позволитъ то повторить исправленіе въ двухъ противуположныхъ направленіяхъ трубы, напримѣръ къ Сѣверу и Югу.

Стеклянная трубка уровня есть цилиндръ, котораго внутренняя верхняя поверхность шлифуется дугою по направленію оси, какъ представляетъ въ разрѣзѣ фиг. 5, Таблица I. Большая часть ея наполняется какой нибудь жидкостью какъ то: спиртомъ или нефтою, а наконецъ запаевается или плотно запирается отъ наружнаго воздуха, стеклянной пробкой. Такъ называемый воздушной пузырекъ, занимаетъ оставшееся мѣсто въ трубочкѣ и долженъ постоянно находиться на высочайшей его точкѣ. Пусть c центръ дуги adb, а радіусъ ея cd перпендикуляренъ къ горизонту, то пузырекъ, при правильной кривизнѣ adb долженъ такъ расположиться около d, чтобы концы его равно отстояли отъ d, то есть чтобы $de = df$. И такъ средина пузырька всегда будетъ находиться въ той точкѣ стеклянной трубки, гдѣ горизонтальная плоскость будетъ касаться внутренней ея поверхности. Перемѣнивъ положеніе трубочки такъ чтобы r оставался неподвиженъ, а конецъ w поднялся бы въ w', то пузырекъ долженъ подвинуться къ сторонѣ b на дугу соотвѣтствующую углу wrw'. Чѣмъ болѣе радіусъ кривизны $cd = R$ тѣмъ сильнѣе будутъ движенія пузырька при томъ же наклоненіи и при весьма большомъ R самое малѣйшее наклоненіе wrw', можно уже будетъ

измѣрить. Для измѣренія движенія пузырька, поверхность трубочки дѣлится на части. Величина угла $1''$ перемѣняющей положеніе пузырька на l, въ линейной мѣрѣ зависитъ отъ R и именно $\sin\ 1'' = \frac{l}{R}$; слѣдовательно $R = \frac{l}{\sin 1''}$. На трубочкѣ гдѣ $l = 1$ линіи а соотвѣтствующій уголъ 2 секунды, $R = \frac{1 \text{ лин:}}{\sin\ 2''} = 103132$ линіи $=$ 716, 2 фута.

Удобнѣйшій способъ къ опредѣленію величины угла каждаго дѣленія трубочки, представляютъ ножныя винты инструмента. Поворачивая напримѣръ верхнюю часть инструмента, Табл: II, такъ чтобы окуляръ O точно находился надъ какимъ нибудь ножнымъ винтомъ, потомъ ставятъ уровень и приводятъ его посредствомъ ножнаго винта въ равновѣсіе между какими нибудь двумя дѣленіями; и тогда уже каждое новое движеніе ножнаго винта будетъ перемѣнять положеніе воздушнаго пузырька. Если оборотимъ теперь ножный винтъ точно на цѣлой оборотъ, наклоненіе оси должно перемѣниться на нѣкоторой уголъ$=\mu$. Такъ какъ концы 3 ножныхъ винтовъ составляютъ равносторонній тріугольникъ и назвавъ сторону его $=$ E высота его будетъ $=$ E $\sin\ 60°$; и если h высота одного оборота винта то $\sin\ \mu = \frac{h}{E.\ \sin\ 60°}$ или $\mu = \frac{h}{E\ \sin\ 60°\ \sin\ 1''}$; гдѣ E и h должны быть означены въ той же линейной мѣрѣ.

Для этаго дѣлаютъ, на поверхности головки винта a, черту, и ставятъ противъ нее на подножіи инструмента указатель, по которому можно уже будетъ видѣть съ точностію полный оборотъ винта, или когда наклоненія оси измѣнится на уголъ μ. Поворотивъ теперь винтъ на какую нибудь часть его оборота, отщитываютъ на стеклянной трубкѣ число дѣленій на которое

пузырекъ подвинулся въ сторону$=x$; теперь приводятъ уровень винтомъ η опять въ прежнее его положеніе, потомъ вторично оборачиваютъ ножный винтъ и снова отщитываютъ соотвѣтствующее число дѣленій$=x'$; и такимъ образомъ продолжаютъ это дѣйствіе, до тѣхъ поръ покуда ножный винтъ сдѣлаетъ съ точностію полной оборотъ, и тогда получимъ; $(x+x'+x''+\cdots)t=u$; откуда $t=\frac{u}{x+x'+x''+\cdots}$

Если головка винта a, раздѣлена на примѣръ на 100 равныхъ частей и каждому изъ нихъ соотвѣтствуетъ уголъ$=\frac{1}{100}w=s$ то это раздѣленіе даетъ то преимущество, что винтъ можно обращать всегда на равныя части; къ тому же это раздѣленіе съ придѣланнымъ на подножникѣ указателемъ есть весьма легкое но вмѣстѣ важное улучшеніе инструмента.

На Инструментѣ Эртеля нашелъ я циркулемъ въ 54 оборотахъ ножнаго винта 12, 4 париж. линіи, слѣдовательно $h=\frac{12,4}{54}$; разстояніе концовъ ножныхъ винтовъ 9 дюйм. и 3 линіи$=111$ линіямъ; отсюда найдется $u=\frac{12,4}{54.111}\sin 60^\circ \sin 1''$; и такъ вычисляемъ пятицыфренными Логарифмами:

$$
\begin{aligned}
\text{Log. } 54 &= 1,73239\\
\text{Log.} 111 &= 2,04532\\
\text{Log. sin. } 60^\circ &= 9,93753\\
\text{Log. sin. } 1'' &= \underline{4,68557}\\
\text{Сумма} &= 8,40081\\
\text{Дополненіе} &= 1,59919\\
\text{Log. } 12,4 &= \underline{1,09342}\\
\text{Log. } u &= 2,69261\\
u &= 492'',7
\end{aligned}
$$

Головка ножнаго винта раздѣлена на 100 равныхъ частей и каждый уголъ $s=4'',927$. Сравненіе движенія пузырка съ пере-

становками ножнаго винта которой я всякой разъ поворачивалъ на 10 дѣленій, даетъ слѣдующій результатъ:

$$
\begin{aligned}
10s &= 19{,}8\,t\\
10s &= 19{,}8\,t\\
10s &= 19{,}8\,t\\
10s &= 20{,}7\,t\\
10s &= 22{,}0\,t\\
10s &= 21{,}5\,t\\
10s &= 21{,}6\,t\\
10s &= 21{,}5\,t\\
10s &= 21{,}8\,t\\
10s &= 21{,}8\,t\\
\text{Сумма } u = 100s &= 210{,}3\,t.
\end{aligned}
$$

Откуда $t = \frac{492'',7}{210,3} = 2'',35$ величина одного дѣленія на трубочкѣ.

Подобнымъ образомъ найдено на инструментѣ Троутона дѣленіе вновь поставленнаго уровня $t = 3'',33$.

Чтобы узнать, горизонтальна ли ось инструмента, ставятъ уровень, которой изображенъ на Таб: II, на цапфы оси и приводятъ винтомъ η въ равновѣсіе между какими нибудь двумя чертами; переложивъ теперь уровень такъ, чтобы конецъ его стоявшій на правой цапфѣ стоялъ на лѣвой, и если ось горизонтальна, то пузырекъ долженъ остаться въ томъ же положеніи; въ противномъ случаѣ найдемъ что та цапфа выше къ которой по переложеніи подвинулся пузырекъ; а наклоненіе оси равно половинѣ этой дуги на которую онъ подвинулся (*).

(*) Неопытный наблюдатель часто вовсе не можетъ справиться съ уровнемъ; поставивъ его какъ слѣдуетъ, онъ видитъ что ось горизонтальна, но переворотивъ уровень пузырекъ вовсе уходитъ изъ виду, онъ начинаетъ его поправлять и только болѣе портитъ; это случается часто отъ того, что когда ставятъ уровень, ножки его не станутъ на цапфу; обыкновенно уровень водятъ вдоль по оси и онъ двигается какъ нельзя лучше, но въ такомъ случаѣ его необходимо ворочать кругомъ цапфы и тогда уровень непремѣнно ровно станетъ на цапфы. Въ послѣднемъ инструментѣ Эртеля гнѣзда устроены такимъ образомъ, что этого уже неможетъ случиться. Прим. Перевод.

Дѣленія на уровнѣ идутъ или отъ одного конца до другаго и нуль стоитъ на одномъ изъ его концовъ, или нуль ставится въ срединѣ и дѣленія идутъ на обѣ стороны. Въ первомъ случаѣ, при отщетѣ означаютъ направленіе по которому идутъ дѣленія, если напримѣръ инструментъ находится въ меридіанѣ, то къ O или къ W; въ послѣднемъ же случаѣ нужно означать направленіе каждаго конца при отщетѣ. Два слѣдующія примѣра лучше это объяснять.

Опредѣленіе наклоненія оси инструмента Эртеля.

Инструментъ уставленъ въ меридіанѣ; нуль уровня въ срединѣ.

1. Труба къ Югу.

A. Состояніе уровня	9, 6 t	W и	11, 2 t	O.
B. ——— ———	7, 0	———	14, 0	—
Сумма	16, 6	W	25, 2	O.

Разность = 8, 6

2. Труба къ Сѣверу.

B. Состояніе уровня	7, 4 t	W и	13, 5 t	O.
A. ——— ———	9, 3	———	11, 4	—
Сумма	16, 7	W	24, 9	O.

Разность = 8, 2

По 1 измѣренію восточная ось была выше на $\frac{8,6}{4} = 2,15$ t

— 2 ——————————— на $\frac{8,2}{4} = 2,05$ t

Среднее = 2, 10 t

или $2,10 \times 2,35 = 4'', 935$. (*)

Если же нуль стоитъ на одномъ изъ концовъ трубочки, то имѣемъ слѣдующее, предъидущему соотвѣтствующее опредѣленіе.

*) Буквами B и A означены оба противуположныя положенія уровня на оси. Порядокъ установленія уровня A и B въ первомъ и B и A во второмъ случаѣ дѣйствуетъ такъ, что средній отщетъ отъ B и A можно почитать одновременнымъ, и какая нибудь маленькая перемѣна могущая быть въ это время въ самомъ уровнѣ не будетъ имѣть никакого вліянія.

1. Труба къ Югу.

A. Состояніе уровня при первомъ установленіи отъ 10,4t до 31, 2t къ O

Среднее между ними = 20, 8t — O

B. Состояніе при второмъ отъ 6,0 до 27, 0 къ W; среднее = 16, 5t — W

Разность = 4, 3

2. Труба къ Сѣверу.

B. Состояніе уровня при второмъ установленіи отъ 6,5 t до 27,4 t къ W

Среднее между ними = 16,95 t — W

A. Состояніе при первомъ отъ 10,7 до 31,4 къ O; Среднее = 21,05 t — O

Разность = 4,1

По 1 измѣренію восточная цапфа была выше на $\frac{4,3}{2}$ t = 2,15 t

— 2 ——— ——— —— —— —— на $\frac{4,1}{2}$ t = 2,05 t

Среднее = 2,10 t

или 2, 10×2″,35 = 4″,935.

Если при переложеніи уровня, пузырекъ совсѣмъ уйдетъ за край трубочки то это значитъ, что наклоненіе оси слишкомъ велико, чтобъ могло быть измѣрено уровнемъ и для этаго необходимо его исправить. Если ножный винтъ, находящійся въ направленіи оси раздѣленъ, то исправленіе это дѣлается весьма легко. Поворачиваютъ винтъ до тѣхъ поръ, покуда пузырекъ не уравновѣсится между какими нибудь дѣленіями, потомъ отводятъ ножный винтъ на половину назадъ а винтомъ η, при уровнѣ приводятъ пузырекъ снова въ тоже положеніе; и такимъ образомъ не затрудняясь много, приводятъ ось весьма близко къ горизонтальности. Какъ скоро пузырекъ, въ обоихъ положеніяхъ уровня, уровновѣсился между какими нибудь дѣленіями, наклоненіе оси можетъ быть или измѣрено или еще ближе исправлено, повторяя опять обороты половину ножнымъ и половину винтомъ η.

*

Прежде нежели приступають къ последнему исправленію оси, должно еще испытать, что когда уровень поставленъ на оси, то находится ли ось стеклянной трубки въ одной плоскости съ осью инструмента? Чтобы увериться въ этомъ, двигаютъ уровень вращательно по оси такъ, чтобы ножки его всегда были съ нею въ прикосновеніи, и если пузырекъ не переменяетъ своего положенія, то условіе удовлетворено; въ противномъ случае, переменяютъ положеніе трубочки въ Азимуте въ ея медномъ объеме винтомъ θ, Табл: II, фиг: 5. Въ случае если высунувшіяся части гнезда не позволяютъ вращательному движенію уровня, то простейшій способъ возвысить ось, подложить подъ низъ ея въ гнездахъ гладкой бумаги.

V. О неровности толстотъ цапфъ.

Прежде еще сказано было, что тогда только данное по уровню наклоненіе оси верно, когда діаметры обоихъ цапфъ совершенно между собою равны. Хотя они почти всегда между собою близки, потому что художникъ иметъ все средства сделать ихъ не только совершенно круглыми по вместе и совершенно равными, однакоже советуется всегда самому испытать, дабы въ случае ихъ неровности быть въ состояніи это узнать, и ввести въ вычисленіи.

Всякое исправленіе близкаго къ горизонтальности цилиндра, при постановленіи на него уровня, относится къ линіи, которая проходя сквозь цилиндръ, делитъ по поламъ обе хорды, соединяющіе точки прикосновенія ножекъ уровня. Эта линія тогда только будетъ паралельна съ осью вращенія когда во первыхъ: діаметры цилиндра въ обоихъ кругахъ прикосновенія равны между собою, во вторыхъ: когда при каждой ножке, углы составленныя плоскостями касающимися къ цилиндру равны между собою, и въ третьихъ: когда

эти два угла между собою паралельны. При перестановкѣ, уровня образуется двѣ подобныя линіи, между которыми средняя принимается за собственно исправляемую. Для этой средней линіи всѣ прочія условія уничтожаются и только одна неровная толстота цапфъ можетъ разрушить паралельность ея съ осью. Если при перестановкѣ уровня линія эта сдѣлается совершенно горизонтальною, то ось цилиндра будетъ въ той сторонѣ выше гдѣ діаметръ меньше. Переложивъ же цилиндръ въ гнѣздахъ, но въ тѣ же точки прикосновенія, эта же линія не будетъ болѣе горизонтальна, откуда и найдется разность обоихъ діаметровъ. Устроеніе гнѣздъ и ножекъ таково, что углы ихъ дѣлятся по поламъ вертикальною плоскостью, проходящею чрезъ ось. Назвавъ: эти углы 2 l и 2 f, гдѣ l и f будутъ углы касательныхъ плоскостей съ вертикальной, а оба радіуса круговъ прикосновенія r и r'; L разстояніе ихъ между собою, а u найденная разность наклоненій при обоихъ положеніяхъ цилиндра, получимъ:

$$u = \frac{2(r-r')}{L \sin 1''} \times \frac{\sin l + \sin f}{\sin l \,.\, \sin f}$$

слѣдовательно $r - r' = \frac{1}{2} u . L . \sin 1'' \frac{\sin l \,.\, \sin f}{\sin l + \sin f}$

и такъ разность обоихъ радіусовъ цапфъ, выраженная въ частяхъ дуги при разстояніи точекъ прикосновенія $= L$ будетъ:

$$d\, r = \frac{r - r'}{L . \sin 1''} = \tfrac{1}{2} u . \frac{\sin l \,.\, \sin f.}{\sin l + \sin f.}$$

Слѣдовательно всякое наклоненіе оси найденное перестановкою уровня, требуетъ поправки:

$$\pm \tfrac{1}{2} u . \frac{\sin l}{\sin l + \sin f.}$$

или въ случаѣ если $f = l$, то поправка будетъ $= \pm \frac{1}{4} u$.

Приложимъ эти выводы къ нашимъ обоимъ инструментамъ.

I. Инструментъ Троутона.

При положеніи оси отъ O къ W, получилъ я тремя опытами, слѣдующее состояніе уровня въ обоихъ положеніяхъ оси, различающихся между собою тѣмъ, что раздѣленный кругъ инструмента находится къ Осту или къ Весту.

Опыты.	Кругъ.	Уровень.	Западныя цапфы выше.	O—W=u
I.	Вестъ.	A.21 ,2O 20^t,2 W B.18,6— 22, 8 —	$\frac{3,\ 2\ t}{4}=2'',66=W.$	+1″,00
	Остъ.	B.17,2— 23, 0 — A.21,2— 19, 8 —	$\frac{4,\ 4\ t}{4}=3'',66=O.$	
II.	Остъ.	A.21^t,4 O 19^t,8 W B.17,9 — 23, 0 —	$\frac{3,\ 5\ t}{4}=2'',91=O.$	+1″,91
	Вестъ.	B.17,7 — 23, 0 — A.22,5 — 18, 4 —	$\frac{1,\ 2\ t}{4}=1'',00=W.$	
III.	Вестъ.	A.20^t,8 O 19^t,6 W B.17,8— 22, 6 —	$\frac{3,\ 6\ t}{4}=3'',00=W.$	+1″,66
	Остъ.	B.16,5— 24, 2 — A. 21,3— 19, 2 —	$\frac{5,\ 6\ t}{4}=4'',66=O.$	

Въ обоихъ положеніяхъ круга западная цапфа была выше, но постоянно менѣе, когда кругъ былъ къ W. Слѣдовательно цапфа имѣющая на себѣ кругъ, толще и равна r', когда другая $=r$. Среднее $u=1'',52$. Здѣсь $L=11$ дюйм. 8 линій $=140$ линіямъ; а $2l=2f=90°$; то получимъ $r-r'=0,\ 76.\ 140.\ \sin 1''\ \frac{\sin^2 45°}{2\sin 45°}=53,\ 2.\ \sin 1''.\ \sin 45°=$ $0,000182=\frac{1}{5489}$ линіи; а $dr=0''76\frac{\sin^2 45°}{2\sin 45°}=0'',38,\ \sin 45°=0'',\ 27.$

Каждая поправка наклоненія оси, найденная перестановкою уровня, равна $\frac{1}{4}$ u=0″,38; на столько на сторонѣ круга ось вращенія выше нежели показываетъ уровень.

2. *Инструментъ Эртеля.*

Подобнымъ образомъ сдѣлалъ я 4 опыта:

Опыты.	Кругъ.	Уровень.	Западныя цапфы выше.	O—W=u
I.	Востъ.	A. 9^t4 O 11^t,6 W B.11, 4 — 9, 6 —	$\frac{0,4\ t}{4}$=0″,23=W	+4″,11
	Остъ.	B. 9, 1 — 11, 9 — A. 8, 2 — 12, 8 —	$\frac{7,4\ t}{4}$=4″,34=O	
II.	Остъ.	A. 8^t,8 O 12^t,2 W B. 9, 4 — 11, 6 —	$\frac{5,6\ t}{4}$=3″,29=O	+3″,06
	Востъ.	B.10, 0 — 10, 7 — A.10, 6 — 10, 3 —	$\frac{0,4\ t}{4}$=0″,23=W	
III.	Востъ.	A.10^t,4 O 10^t,4 W B.10, 3 — 10, 6 —	$\frac{0,3\ t}{4}$=0″,17=W	+3″,94
	Остъ.	B. 8, 8 — 11, 9 — A. 8, 5 — 12, 4 —	$\frac{7,0\ t}{4}$=4″,11=O	
IV.	Остъ.	A. 8^t,2 O 12^t,8 W B. 8, 0 — 13, 2 —	$\frac{9,8\ t}{4}$=5″,76=O	+5″,30
	Востъ.	B.10, 3 — 10, 7 — A.10, 3 — 10, 7 —	$\frac{0,8\ t}{4}$=0″,46=W	

Также и на этомъ инструментѣ, цапфа при кругѣ тоньше. Среднее изъ четырехъ $u=4''10$. По 21 на этомъ инструментѣ $=90°$, а $2f=60°$, и $L=8$ дюйм. $=96$ линій, откуда найдемъ:

$$r-r'=2{,}05.\ 96.\ \sin 1''.\ \frac{\sin 45°.\ \sin 30°}{\sin 45°+\sin 30°}=\frac{1}{3578}\text{линій, а}$$

$d\,r = 2'', 05.\ \dfrac{\sin 45°.\ \sin 30°}{\sin 45°+\sin 30°}=0'',60$. Поправка наклоненія оси, найденная перестановкою уровня $=2'', 05.\ \dfrac{\sin 45°}{\sin 45°+\sin 30°} = 1'', 20$; настолько собственно ось вращенія на сторонѣ круга выше нежели показываетъ уровень.

Должно удивляться съ какою точностію сдѣланы художниками цапфы, но еще болѣе достойно вниманія, что хорошій уровень такую малую разность показываетъ съ такою вѣрностію.

VI. Опредѣленіе наклоненія оси вращенія, помощію искуственнаго горизонта.

Хотя уровень даетъ самой удобнѣйшій и употребительнѣйшій способъ для опредѣленія наклоненія оси вращенія, но не смотря на это путешествующему Астроному необходимо знать другое средство, которымъ можно было бы воспользоваться въ случаѣ, если стеклянная трубка уровня разобьется. Этотъ способъ есть искуственной горизонтъ, то есть горизонтальная отражающая поверхность какой нибудь жидкости, наприм: ртути.

Такъ какъ отраженной въ зеркалѣ предмѣтъ съ настоящимъ находится всегда въ одной плоскости проходящей чрезъ глазъ и перпендикулярной къ поверхности зеркала, слѣдовательно и отраженная въ искуственномъ горизонтѣ звѣзда съ настоящею, находится всегда въ томъ же вертикалѣ. И такъ ежели около гори-

зонтальной оси будетъ обращаться какой нибудь перпендикулярной къ ней лучь зрѣнія, то онъ отъ настоящей звѣзды прямо дошелъ бы до ея отраженія въ зеркалѣ, если бы звѣзда въ этотъ промежутокъ времени была неподвижна, или покрайней мѣрѣ не перемѣняла бы своего Азимута. Движеніе Полярной звѣзды такъ медленно, что въ малое число секундъ времени между обоими наблюденіями, которые должны слѣдовать съ возможною скоростію одно за другимъ, едва будетъ примѣтно для слабой трубы. Эти-то наблюденія даютъ способъ, безъ уровня уставить ось трубы почти совершенно горизонтально.

Наблюдаютъ Полярную звѣзду такимъ образомъ, чтобы одна изъ вертикальныхъ нитей совершенно покрывала или такъ сказать разрѣзывала бы ее и потомъ направивъ трубу какъ можно скорѣе на отражаніе ее въ искуственномъ горизонтѣ и ежели также нить вторично ее разсѣкаетъ, то ось горизонтальна, не бравъ во вниманіе чрезвычайно малаго движенія звѣзды въ этотъ промежутокъ времени. Если же нить не покрываетъ болѣе звѣзды, то измѣняютъ наклоненіе оси находящимся въ наклоненной сторонѣ ножнымъ винтомъ, покуда звѣзда не приблизится на половинное разстояніе ее отъ нити. Повторивъ это дѣйствіе другою нитью, можно привесть ось къ горизонтальности съ точностію до нѣсколькихъ секундъ. Само собою разумѣется, что можно начинать и съ отраженной звѣзды; вообще этимъ способомъ съ большею точностію можно узнать наклоненіе оси, особенно когда оно невелико. Наблюдаютъ Полярную звѣзду напримѣръ на первой нити прямо, на трехъ слѣдующихъ отраженно, а на послѣдней опять прямо. Если теперь извѣстно время, въ которое звѣзда проходитъ отъ каждой нити къ средней, то найдется моментъ прохожденія звѣзды чрезъ среднюю нить, для прямо видимой $= t$, а для отраженной $t + n''$ во времени. Ежели инструментъ уставленъ въ меридіанѣ, или

близко къ нему, то будетъ наклоненіе оси $= \frac{7,5\, n''. \cos\delta}{\cos z}$, гдѣ δ склоненіе а z зенитальное разстояніе наблюдаемой звѣзды. Ясно что тогда западная цапфа выше, когда при верхнемъ прохожденіи и былъ положителенъ, то есть когда звѣзда позже явилась на средней нити въ горизонтѣ нежели прямо, и также ежели и въ нижнемъ прохожденіи былъ отрицательной. Данная формула употребительна также и для всѣхъ такимъ образомъ наблюдаемыхъ звѣздъ; но Полярная звѣзда имѣетъ преимущество по своему медлѣнному движенію и, въ большихъ высотахъ полюса, по малому зенитальному разстоянію. Дѣйствіе наклоненія оси, на направленіе линіи зрѣнія, вообще тѣмъ больше, чѣмъ звѣзда находится ближе къ зениту; слѣдовательно около земнаго Экватора Полярную звѣзду нельзя уже болѣе употреблять, а опредѣляютъ наклоненіе оси помощію какой нибудь другой звѣзды находящейся около зенита и небеснаго Экватора. Только теперь первая поправка оси уже не дѣлается такъ какъ выше описано, но вычисливъ величину наклоненія помощію прямаго и отраженнаго прохожденія чрезъ нити, поправляютъ его ножными винтами, если только извѣстна величина каждаго его оборота.

Инструментъ Эртеля не способенъ къ наблюденіямъ въ искуственной горизонтъ, потому что горизонтальной его кругъ не допускаетъ болѣе 35°, наклонять трубу подъ горизонтъ. Слѣдовательно путешествующій наблюдатель, имѣющій таковой инструментъ, долженъ стараться о сохраненіи своего уровня и сверхъ того достаточно ими запастись; однако же въ крайнемъ случаѣ всё можно воспользоваться искуственнымъ горизонтомъ, хотя опредѣленія наклоненія оси не будутъ съ такою точностію, но въ необходимости все еще достаточны, только нужно будетъ преимущественно выбирать для наблюденій близь полярныя звѣзды въ ихъ нижнихъ прохожденіяхъ.

§ 6.

Исправленіе Троутонова Транзита.

Исправленіе инструмента прохожденій есть двоякое: или астрономическое, то есть относительно небеснаго полюса, или совершенно независимо отъ положенія инструмента противу полюса. Мы разсмотримъ теперь послѣднее, предположивъ напередъ, что дана точка въ горизонтѣ, чрезъ которую долженъ проходить вертикалъ инструмента, такъ что наблюдатель можетъ на нее направить среднюю нить сѣти, и что ось вращенія, по предъидущему параграфу уставлена горизонтально.

I. Исправленіе фокуса трубы.

Сѣть нитей должна находиться въ общемъ фокусѣ предмѣтнаго и глазнаго стекла; то есть что когда нити ясно видны, должно въ тоже время предмѣтъ, находящійся въ безконечномъ разстояніи, также весьма ясно видѣть. Тотчасъ, какъ только 4 винта n, будутъ ослаблены, окулярную часть O можно будетъ свободно вдвигать, выдвигать и ворочать въ кругѣ. Установивъ окуляръ такъ, что нити совершенно ясно видны, направляютъ трубу на какой нибудь отдаленной земной предмѣтъ, и передвигаютъ O до тѣхъ поръ, покуда предмѣтъ и нити вмѣстѣ, не будутъ въ тоже время совершенно ясно видны и такимъ образомъ фокусы стеколъ будутъ между собою весьма близки. Гораздо лучше если вмѣсто земнаго предмѣта возмемъ какую нибудь свѣтлую звѣзду, имѣющую до 30° высоты, для того чтобы можно было употребить прямой окуляръ. Какъ скоро найдется положеніе O, замѣчаютъ его чертою на главной трубѣ E, чтобы послѣ можно было его во всякое время установить.

II. Исправленіе линіи зрѣнія.

Подъ именемъ линіи зрѣнія разумѣется линія, опредѣленная среднею вертикальною нитью и проходящая въ самой срединѣ между горизон-

тальными нитями. Линія эта должна быть къ оси вращенія подъ прямымъ угломъ. Направляютъ трубу по этой линіи зрѣнія, на какой нибудь ясной, рѣзко ограниченной земной предмѣтъ въ горизонтѣ, употребляя для точнѣйшаго достиженія этаго, винтъ h (фиг. 2). Теперь перекладываютъ ось въ своихъ гнѣздахъ, то есть цапфа бывшая на лѣвой сторонѣ переходитъ на правую и обратно, и направляютъ трубу вторично на тотъ же предмѣтъ. Если линія зрѣнія точно перпендикулярна къ оси вращенія, то нить вторично съ точностію совпадетъ съ предмѣтомъ. Если же она дѣлаетъ съ осью уголъ $90° + C$, то она, по переложеніи инструмента, уклонится отъ предмѣта въ Азимутѣ на $2\,C$. Погрѣшность эта исправляется движеніемъ сѣти нитей; вставивъ обои ключики x и x' въ надѣлки винтиковъ o и o', и отвертывая одинъ изъ этихъ винтовъ, завинчиваютъ въ то же время другой, покуда нить не приближится къ предмѣту на половину недостающаго разстоянія. Потомъ линія зрѣнія Азимутальнымъ движеніямъ инструмента, помощію винта h (фигура 2), направляется опять съ точностію на тотъ же предмѣтъ, и перекладка инструмента въ гнѣздахъ снова повторяется, покуда найдется, что линія зрѣнія въ обоихъ положеніяхъ трубы, падаетъ совершенно въ ту же точку горизонта.

III. Исправленіе наклоненія сѣти.

Сѣть нитей составляютъ, пять вертикальныхъ нитей почти между собою паралельныхъ, которые образуютъ съ двумя горизонтальными, уголъ весьма близкой къ прямому. Наклоненіе сѣти тогда только почитается исправленнымъ, когда средняя линія между обоими горизонтальными нитями, будетъ паралельна съ осью вращенія, слѣдовательно когда вертикальныя нити будутъ перпендикулярны къ оси.

Если средняя нить направлена на какой нибудь земной предмѣтъ, и станемъ поворачивать трубу около оси, то предмѣтъ двигаясь по

длинѣ нити, при правильномъ положеніи сѣти, какъ на верху такъ и въ низу нити, будетъ совершенно съ нею совпадать обоими концами. Если же найдется, что при обращеніи трубы предмѣтъ будетъ отходить отъ нити, то положеніе сѣти должно быть исправлено. Покуда еще винты n не завинчены, то можно ворочать цѣлую часть O, но только простыми руками, и потому требуется многихъ опытовъ для приведенія O въ надлежащее положеніе, то есть, чтобы предмѣтъ не отходилъ болѣе отъ нити; по достиженіи этаго, тотчасъ завинчиваютъ винты n, но тутъ должно смотрѣть, чтобы не разрушить фокуса, то есть, чтобы передній край O, всегда находился на чертѣ назначенной по правилу I, стр. 35. (*)

IV. Исправленіе уровня r *на кругѣ высотъ* F.

Когда ось лежитъ въ своихъ гнѣздахъ, то рычагъ p, вставляется въ тиски q и закрѣпляется, наблюдая чтобы пузырекъ уровня r, находился въ срединѣ, то есть: въ равновѣсіи. Въ этомъ положеніи находящіяся на рычагѣ, къ которому прикрѣпленъ уровень, верніеры, должны давать каждый разъ направленіе трубы противъ горизонта или зенита, то есть: высоты или зенитальныя разстоянія. Данныя по верніерамъ тогда будутъ невѣрны, если положеніе уровня на рычагѣ не исправлено.

Когда раздѣленный кругъ инструмента находится въ право отъ трубы, тогда наводятъ ее на какой нибудь въ горизонтѣ предмѣтъ, поставя его между горизонтальными нитями, и, при равновѣсіи уровня на рычагѣ, отщитываютъ одинъ которой нибудь изъ

(*) *Примѣчаніе*: Если инструментъ уставленъ въ меридіанѣ и ось его горизонтальна, то наклоненіе сѣти можно узнать другимъ образомъ. Направляютъ трубу на какую нибудь, вблизи Экватора находящуюся звѣзду, такъ чтобы она въ полѣ трубы, у края его находилась точно между обоими горизонтальными нитями и когда звѣзда, продолжая свой путь, постоянно будетъ находиться въ срединѣ ихъ, то положеніе сѣти правильно въ противномъ случаѣ должно исправить; конечно эти исправленія на этомъ инструментѣ не скоро удаются, потому что вращеніе производится простыми руками.

двухъ верніеровъ, которые всегда даютъ между собою весьма близкія величины; это будетъ Z, близкое зенитальное разстояніе предмѣта. Теперь перекладываютъ ось, такъ что кругъбудетъ уже въ лѣво отъ трубы и закрѣпляютъ p на другой сторонѣ, наблюдая чтобы уровень снова былъ въ равновѣсіи. Направляютъ трубу опять на тотъ же предмѣтъ, между тѣми же горизонтальными нитями и отщитываютъ величину H, почти равную его высотѣ.

Вычисляемъ теперь: $\frac{90^\circ-(Z+H)}{2}=c$, откуда получимъ истинное зенитальное разстояніе $Z'=Z+c$, и истинную высоту $H'=H+c$. Ослабляютъ теперь тиски q, и двигаютъ p до тѣхъ поръ, покуда верніеръ покажетъ $H+c$, наблюдая чтобы труба съ точностію была направлена на предмѣтъ, и закрѣпляютъ рычагъ; и такъ верніеръ показываетъ теперь истинную высоту предмѣта, но уровень потерялъ уже свое равновѣсіе, почему и исправляютъ его винтомъ s. Я поясню это примѣромъ:

Для вершины одной башни нашелъ я:

Кругъ въ право $Z=85^\circ.33$
—— — лѣво $H=\ \ 4.\ 57$
$Z+H=90.\ 30$ и такъ $c=-15'$

Слѣдовательно $Z'=8^\circ.33'-15'=85^\circ.18'$; а $H'=4^\circ.57'-15'=4^\circ.42'$.

Здѣсь нужно замѣтить: что если предмѣтъ ниже горизонта, то при первомъ кругѣ отщитывается сверхъ 90°, то есть что зенитальное его разстояніе будетъ больше 90°; а при лѣвомъ получится отрицательная высота.

Ежели бы было напримѣръ при кругѣ правомъ $Z=\ 90^\circ.\ 35'$.
а при лѣвомъ $H=-0.\ \ 5'$.
$Z+H=\ 90.\ 30'$.

и $c=-15'$; и такъ $Z'=90^\circ.\ 35'-15'=90^\circ.\ 20'$; а $H'=-0^\circ.\ 5'-15'=-\ 0^\circ.\ 20'$.

§ 7.

Исправленіе Эртелева инструмента прохожденій.

I. Исправленіе осей.

На отвѣтственности художника лежитъ, чтобы обѣ оси инструмента, вертикальная d e, и горизонтальная D, составляли между собою какъ можно точнѣе прямой уголъ. На здѣшнемъ инструментѣ этотъ уголъ составляетъ 90°. 0′. 5″. И такъ если одна ось будетъ съ точностію вертикальна, то другая во всѣхъ ея положеніяхъ, въ которыхъ только можетъ она быть при обращеніи около первой, будетъ всегда на весьма малое число секундъ отклоняться отъ горизонтальности. Слѣдовательно первое исправленіе нашего инструмента должно состоять въ томъ, чтобы ось d e, была съ точностію вертикальна. Для этаго ослабляютъ сжимательные винты g, и поворачиваютъ верхнюю часть такъ, чтобы ось D была паралельна линіи, соединяющей два какіе нибудь ножные винта, ставятъ уровень и приводятъ его однимъ изъ ножныхъ винтовъ въ равновѣсіе. Теперь поворачиваютъ ту же верхнюю часть на 180°, и ежели уровень, въ этомъ новомъ положеніи, будетъ опять въ равновѣсіи, между тѣми же чертами, то вертикальная ось, въ этомъ направленіи уставлена правильно; въ противномъ случаѣ недостающую разность равновѣсія исправляютъ половину ножнымъ винтомъ, а остальную винтомъ η, при уровнѣ. Здѣсь опять имѣютъ значительное преимущество раздѣленные ножные винты, потому что тогда приводятъ однимъ изъ нихъ пузырекъ въ совершенное равновѣсіе, между тѣми же чертами, и потомъ ровно на половинное число сдѣланныхъ оборотовъ отводятъ назадъ. Исправивъ ось, d e, въ положеніи между двумя ножными винтами, отводятъ верхнюю часть на 90°, и производятъ тоже дѣйствіе, по той же методѣ, исправляя третьимъ ножнымъ винтомъ; если же этимъ винтомъ придется сдѣлать много оборотовъ, то хорошо повторить всю повѣрку съ начала. Уставивъ потомъ вер-

хнюю часть въ какомъ нибудь вертикалѣ, легко уже можно по § 5 исправить совершенно горизонтальную ось или опредѣлить ее наклоненіе.

II. Исправленіе фокуса трубы.

Сравни въ § 6, правило I.

Исправленіе, относительно ясности, съ какою труба должна представлять предмѣты, суть величайшей важности, особливо ежели инструментъ назначенъ для опредѣленія долготы по прохожденію Луны, полдіаметръ которой всегда входитъ въ разсужденіе. Если фокусъ предмѣтнаго стекла, не совпадаетъ съ сѣтью нитей, то хотя нити ясно будутъ видны, но полдіаметръ будетъ казаться больше и опредѣленіе долготы всегда будетъ невѣрно на нѣкоторое постоянное количество, покуда будетъ наблюдаемъ тотъ же край Луны, и потому всѣмъ наблюдателямъ рекомендуется самое точнѣйшее исправленіе фокусовъ. Трубочка, находящаяся внутри m, въ которой вставлена сѣть нитей, должна быть такъ уставлена, чтобы нити были видны въ окуляръ какъ можно чище и рѣзче, окуляръ же можетъ быть всегда нѣсколько передвигаемъ по требованіямъ близорукихъ и дальновидныхъ. Употребленіе ключа, фиг. 8. для движенія означенной трубочки показано уже настраницѣ 18. Этимъ ключемъ трубочку m на столько передвигаютъ, покуда фокусъ предмѣтнаго стекла не совпадетъ съ сѣтью; какъ только одинъ изъ винтовъ q будетъ ослабленъ, то трубочку m можно будетъ весьма тихо передвигать по n. Когда свѣтлая звѣзда и нити будутъ въ тоже время чисто и ясно видны, то и здѣсь это будетъзнакомъ совпаденія фокусовъ. Это исправленіе производится весьма точно и удобно, потому что трубочки можно передвигать весьма тихо и плавно.

III. Исправленіе призмы и проходящей чрезъ нее линіи зрѣнія.

Линія, проходящая отъ центра предмѣтнаго стекла и отраженная

отъ задней поверхности призмы въ центръ сѣти нитей, (Табл: 1 фиг: 4, точка m) называется линія зрѣнія. Она тогда почитается исправленною когда:

a.) падаетъ на обѣ плоскости призмы перпендикулярно; и

b.) составляетъ съ осью вращенія прямой уголъ.

Если условіе a не выполнено, то предмѣтъ не ясно будетъ виденъ въ фокусѣ. Направляютъ трубу на какую нибудь блестящую звѣзду, и смотрятъ чтобы она въ срединѣ поля трубы представлялась совершенно круглою. Ежели видъ ее не круглъ или хвостатъ въ какую нибудь сторону, то призма должна быть повернута, около оси предмѣтной трубы. Ослабивъ тогда не много три винта γ, можно будетъ цѣлую часть μ, держащую призму, повертывать въ отверстіи куба обоими винтами δ, отвинчивая по немногу одинъ и завинчивая въ тоже время другой. Тогда ищутъ при какомъ положеніи μ, звѣзда представляется въ самомъ ясномъ и кругломъ видѣ, и найдя его закрѣпляютъ винты δ и γ.

Почти вѣрнѣе, ежели во первыхъ сдѣлать въ одну сторону неправильное изображеніе предмѣта, потомъ на столько же въ другую, измѣрить разность обоихъ положеній оборотами одного изъ винтовъ δ, и потомъ поставить μ, посредствомъ тѣхъ же винтовъ, въ точной серединѣ и закрѣпить.

Чтобы узнать перпендикулярна ли линія зрѣнія къ оси, здѣсь также нужно инструментъ перекладывать (сравни § 6 правило II); при перекладкѣ оба винта g, должны быть крѣпко завинчены, и вообще должно быть осторожну, чтобы положеніе подножекъ инструмента при перекладываніи не измѣнилось. Ежели окажется, что линія зрѣнія, по переложеніи, не на тотъ уже пунктъ показываетъ какъ прежде, то исправляется она 3 винтами α, проходящими сквозь надѣлку μ. Ослабивъ α, ввинчиваютъ остальныя два α или осла-

бляютъ обои тѣ α, ввинчиваютъ третій α и потомъ все цѣлое закрѣпляется винтомъ β. При вниманіи и опытѣ, можно исправить ее до такой степени, что не будетъ ни какой видимой разности въ направленіяхъ, при обоихъ положеніяхъ трубы, производя наконецъ исправленіе однимъ только α, поворачивая его шпилькой въ какую нибудь сторону, не трогая вовсе ни β, ни остальныя винты α.

IV. Исправленіе наклоненія сѣти.

Еще прежде сказано, на стран: 18, что первое исправленіе сѣти производится обращеніемъ внутренней трубочки m, ключемъ фиг. 8. Точнѣйшее же исправленіе ее производится здѣсь весьма удобно, потому что трубочка m, помощію винтовъ q, можетъ имѣть вращательное движеніе около неподвижной трубочки n. По исправленіи вертикальной оси, ослабляютъ винты g, и направляютъ трубу на какой нибудь хорошій предмѣтъ въ горизонтѣ, поставя его на краю поля трубы въ срединѣ горизонтальныхъ нитей, и потомъ ворочаютъ верхнюю часть инструмента въ Азимутѣ около вертикальной оси. Ежели предмѣтъ въ продолженіи всего движенія въ полѣ трубы, отъ одного края до другаго, находился постоянно на той же средней линіи между горизонтальными нитями, то положеніе сѣти правильно; въ противномъ случаѣ исправляютъ ее винтами q, чрезъ что средняя линія между горизонтальными нитями будетъ паралельна къ горизонту. Впрочемъ исправленіе положенія нитей на этомъ инструментѣ, также можно исправлять по методѣ, данной въ примѣчаніи къ правилу III § 6, то есть посредствомъ Экваторіальной звѣзды и даже съ большей точностію и удобностію потому, что винты q, даютъ способъ самаго тихаго вращенія. И такъ ежели инструментъ стоитъ близко къ меридіаму и ежели Экваторіальная звѣзда, поставленная на краю поля трубы между горизонтальными нитями,

продолжая свой путь, будетъ постоянно находиться въ той же серединѣ между горизонтальными нитями, то положеніе сѣти будетъ правильно; въ противномъ случаѣ звѣзда при выходѣ изъ поля трубы уклонится въ какую нибудь сторону, и тогда поворачиваютъ трубочку m, винтами q, на половину ея отклоненія. Также если звѣзда точно приведена на среднюю вертикальную нить въ середину между горизонтальными нитями, то трубочку m, винтомъ q ворочаютъ такимъ образомъ, чтобы звѣзда не сходила съ этой середины, слѣдовательно звѣзда и при выходѣ изъ поля трубы, тоже будетъ въ серединѣ горизонтальныхъ нитей.

V. Исправленіе круга высотъ.

Когда кругъ высотъ находится въ меридіанѣ къ западу отъ трубы, то дѣленія идутъ въ направленіи отъ зенита чрезъ Югъ, отъ 0° до 360°. Такимъ образомъ чтобы имѣть по одну сторону зенита, зенитальныя разстоянія, а по другую ихъ дополненія къ 360°, должно быть мѣсто зенита, то есть отщетъ при направленіи линіи зрѣнія къ зениту, равно нулю. Оба указателя, употребляемые для двухъ различныхъ положеній трубы, назначены на пластинкахъ I, и различаются между собою цифрами I и II. Кругъ высотъ прикрѣпляющійся къ оси, около которой онъ обращается, сжимательнымъ винтомъ к, долженъ быть исправленъ относительно указателя I, и потомъ должно опредѣлить погрѣшность индекса для указателя II, которая тогда только будетъ равна нулю, когда при исправленномъ положеніи инструмента, линіи проведенныя отъ горизонтальной оси вращенія къ обоимъ указателямъ, дѣлаютъ съ вертикаломъ этой оси равные углы.

Въ положеніи I, то есть когда кругъ находится при указателѣ I, направляютъ трубу по глазомѣру въ зенитъ, и поворачиваютъ кругъ на оси такъ, чтобы указатель показывалъ нуль, потомъ

направляютъ трубу на какой нибудь земной предметъ, и отсчитываютъ при кругѣ лѣвомъ, величину = L. Теперь поворотивъ инструментъ въ азимутѣ на 180°, пусть будетъ отсчетъ для того же предмѣта, при кругѣ правомъ = R. И такъ имѣемъ: ½ (R—L), зенитальное разстояніе предмѣта; а ½ (R + L), мѣсто зенита. Ослабляютъ теперь кругъ и ставятъ его такъ, чтобы онъ давалъ истинное зенитальное разстояніе. Теперь перекладываютъ инструментъ и повторяютъ удвоенныя наблюденія въ положеніи II, откуда и получимъ поправку индекса II. Само собою разумѣется, что прежде этихъ дѣйствій, должна быть ось вращенія совершенно исправлена.

Примѣръ: Для здѣшняго инструмента нашли по визированіямъ на 15 верстъ удаленную, вѣтряную мѣльницу:

При индексѣ I

Кругъ лѣвой или L = 271°.12′.

—— правой — R = 91. 2.

R + L = 2. 14.	½ (R + L) = 1°.7′ = мѣсто зенита.
R—L = 179. 50.	½ (R—L) = 89°.55′ = зен. разст.

Переставляютъ теперь кругъ такъ, чтобы указатель точно давалъ 89°. 55′. и наблюдаютъ опять:

R = 89°.55′.

L = 270. 8.

R + L = 0. 3.	½ (R + L) = 0°. 1′,5 = мѣсто зенита.
R—L = 179. 47.	½ (R—L) = 89°.53′,5 = зен. разст.

И такъ кругъ уже исправленъ до 1′, 5. Переложивъ теперь инструментъ такъ, чтобы при кругѣ находился указатель II, находимъ для того же предмѣта:

$$L = 89°.36'.$$
$$R = 269.46.$$
$$R+L = 359.22. \qquad \tfrac{1}{2}(R+L) = 359°.41'. = \text{мѣсто зенита.}$$
$$L-R = 179.50. \qquad \tfrac{1}{2}(L-R) = 89°.55'. = \text{зен. разст.}$$

И такъ мѣсто зенита вмѣсто 0° или 360°, даетъ величину 19 минутами меньше. Слѣдовательно при направленіи къ звѣздѣ, когда мѣсто зенита нуль, вычисленный отщетъ для мѣста ея, при указателѣ II, должно всегда уменшать на 19′, то есть: ежели зенитальное разстояніе звѣзды = 40°. 12′. то чтобъ найти звѣзду, указатель II должно поставить на

$$40°.12'.-19'. = 39°.53'.$$

или $(360°-40°.\ 12'.)-19'. = 319°.48'.-19'. = 319°.29'.$

§ 8.

Сравненіе обоихъ инструментовъ, и установленіе Троутонова въ меридіанъ.

По предъидущимъ описаніямъ и исправленіямъ нашихъ инструментовъ, легко можно ихъ между собою сравнить, относительно ихъ употребительности.

Инструментъ Троутона заслуживаетъ преимущество противу Эртелева, своей оптической силой. Діаметръ предмѣтнаго стекла его = 18 линіямъ, между тѣмъ какъ у Эртеля составляетъ только 13 линій. И такъ, силы свѣта звѣзды будутъ содержаться какъ $18^2 : 13^2$ или почти какъ 2 : 1. Слѣдовательно, въ первомъ инструментѣ, звѣзду седьмой величины можно видѣть почти также ясно, какъ шестой, во второмъ. Это единственное его преимущество, есть только слѣдствіе большаго его размѣра. Во всѣхъ же прочихъ отношеніяхъ, инструментъ Эртеля, заслуживаетъ предпочтеніе. Онъ имѣетъ крѣпчайшее соединеніе всѣхъ своихъ частей, даетъ способы точнѣйшаго во всемъ исправленія, имъ можно на-

блюдать съ равною удобностію свѣтила во всѣхъ ихъ высотахъ, и бывъ однажды уставленъ, можно его употреблять въ каждомъ вертикалѣ. Неудобность наблюдать близко къ зениту дѣлаетъ то, что инструментъ Троутона, почти вовсе нельзя употреблять для опредѣленія высоты полюса въ первомъ вертикалѣ, а можетъ единственно быть только употребляемъ въ плоскости меридіана, для опредѣленія времени, и прямыхъ восхожденій Луны, для долготы. Но въ странахъ Экватора, нельзя наблюдать Луну близко къ зениту, что къ сожалѣнію и испыталъ Г. Прейсъ въ своемъ кругосвѣтномъ путешествіи. Также его установленіе въ меридіанѣ, по причинѣ малаго азимутальнаго движенія, весьма затруднительно; напротивъ Эртелевъ же инструментъ, какъ мы ниже увидимъ, можно въ нѣсколько минутъ уставить въ каждомъ вертикалѣ, съ точностію до одной или двухъ градусныхъ минутъ.

Есть только два удобныя средства для установленія инструмента Троутона въ меридіанѣ; но и они производятся при помощи другаго инструмента, который непремѣнно должно имѣть наблюдателю для узнанія его высоты полюса. Возьмемъ для этаго секстантъ. Наблюдатель тогда тотчасъ получитъ поправку своихъ часовъ, помощію абсолютныхъ или соотвѣтствующихъ высотъ какого нибудь свѣтила, преимущественно же солнца. Потомъ, имѣя ходъ часовъ, вычисляютъ моментъ прохожденія солнца чрезъ меридіанъ и устанавливаютъ инструментъ такъ, чтобы центръ солнца въ вычисленный моментъ проходилъ чрезъ среднюю нить, наблюдая чтобы ось вращенія была горизонтальна. Чтобы уменшить невѣрность наблюденія центра солнца, вычисляютъ прохожденіе западнаго и восточнаго его края, тогда имѣютъ еще ту выгоду, что сдѣлавъ грубое движеніе инструмента на его ножкахъ противу перваго края солнца, потомъ уже съ точностію устанавливаютъ его въ азимутѣ, винтомъ h, для втораго его края.

Теперь только подкладываютъ подъ его ножки плиточки b, такъ что поднимаютъ всегда одну ножку инструмента, оставляя его стоять на остальныхъ двухъ. Такъ какъ горизонтальность оси отъ этихъ движеній инструмента, а также и отъ перваго грубаго его установленія, разрушится, то исправляютъ его уровнемъ. Чтобы окончательно теперь установить инструментъ винтомъ h, въ меридіанѣ, должно бы было дожидаться ближайшаго меридіональнаго прохожденія солнца, и ежели этотъ моментъ вычисленъ съ точностію до секунды времени, то винтомъ h, можно поставить инструментъ въ меридіанѣ съ точностію до 2-хъ секундъ времени; но чтобы сберечь большую потерю времени во ожиданіи нѣсколькихъ меридіональныхъ прохожденій солнца, гораздо преимущественнѣе могутъ служить тѣ звѣзды, которыхъ видимыя прямыя восхожденія даны въ мѣсяцословахъ. Если часы наблюдателя идутъ по звѣздному времени, и поправка ихъ извѣстна, то можно легко получить моментъ прохожденія каждой звѣзды; но и по часамъ, дающимъ среднее время, также легко можно получить этотъ моментъ, если только извѣстно ихъ состояніе и ходъ. Пусть α, прямое восхожденіе звѣзды; σ звѣздное время въ средній полдень на меридіанѣ календаря; l данная во времени восточная долгота мѣста отъ того же меридіана; то среднее время меридіональнаго прохожденія звѣзды, $m=\alpha-\sigma-r$; гдѣ r, поправка для приведенія звѣзднаго времени въ среднее для $\alpha-\sigma-l$, которое найдется по извѣстнымъ вспомогательнымъ таблицамъ. Если теперь поправка часовъ въ средній полдень $=+u$, а суточная перемѣна du, то получимъ время меридіональнаго прохожденія звѣзды по часамъ:

$$m' = m - u - \frac{m \,.\, du}{24 \text{ часа}}$$

Примѣръ: Найдена въ Дерптѣ 31 Марта, 1831 года, поправка хро-

нометра Арнольда на среднее время, въ среднiй полдень $=+5'.41'',3=u$. Часы отстаютъ въ сутки 5'', 6 средняго времени, и такъ $du=+5'',6$. Ищется меридiональное прохожденiе звѣзды α льва, по часамъ.

Въ мѣсяцословѣ находимъ, въ Гринвичѣ 31-го Марта, $\sigma=1^ч.19'.45'',32$; $\alpha=9^ч.59'.22'',83$; долгота Дерпта $l=1^ч.46'.55'',6$ отъ Гринвича.

$$\alpha-\sigma=8^ч.59'.37'',51 \qquad \alpha-\sigma-l=6^ч.52'.41'',9$$

$$m=\alpha-\sigma-r=8^ч.58'.29'',90 \qquad r=1.\ 7,61$$

$$-u=-\ 5.41,30$$

$$\frac{8^ч,64.5'',6}{24}=\qquad -2,04$$

$$m'=8^ч.52'.46'',56$$

Такимъ образомъ вычисливъ время меридiональнаго прохожденiя многихъ звѣздъ, по первымъ изъ нихъ дѣлаютъ грубое установленiе инструмента, потомъ подставляютъ подножныя плитки, и, исправивъ послѣ того ось, прохожденiями послѣдующихъ звѣздъ окончательно исправляютъ его въ азимутѣ винтомъ h. Наблюденiе близкихъ къ полюсу звѣздъ, въ ихъ нижнихъ меридiональныхъ прохожденiяхъ, по медлѣнному ихъ движенiю, служитъ удобнѣйшимъ средствомъ для установленiя инструмента въ меридiанѣ. Въ Сѣверныхъ странахъ, гдѣ лѣтомъ солнце вовсе не заходитъ, первое установленiе ограничивается однимъ только солнцемъ. Если инструментъ уже близко къ меридiану, то легко замѣтить звѣзду первой величины, при ея вхожденiи въ поле трубы, которой зенитальное разстоянiе отъ меридiональнаго, со всѣмъ почти не разнится.

Слѣдующiй второй способъ установленiя Троутонова инструмента въ меридiанѣ, есть самый удобнѣйшiй. Наблюдатель опре-

дѣляетъ извѣстнымъ образомъ, секстантомъ, отъ мѣста стоянія инструмента, азимутъ какого нибудь земнаго предмѣта. Такъ какъ наблюдатель всегда знаетъ приближенно высоту своего полюса и ходъ хронометра, то достаточно будетъ взять еще нѣсколько высотъ солнца и нѣсколько разстояній его отъ предмѣта. Найденной по вычисленію азимутальной уголъ относятъ теперь секстантомъ отъ предмѣта, къ той точкѣ горизонта, гдѣ долженъ проходить меридіанъ, которая будетъ видна въ трубу секстанта прямо или отраженно, смотря потому въ правой или въ лѣвой четверти круга отъ предмѣта находится меридіанъ, и ищутъ въ этомъ направленіи какой нибудь ясной предмѣтъ, или ставятъ сигналъ. (*)

Такимъ образомъ дѣлается первое установленіе инструмента въ меридіанѣ, и при нѣкоторой снаровкѣ, можно его уставить весьма близко къ нему. Если же азимутъ былъ опредѣленъ слишкомъ невѣрно, то для ближайшаго установленія его въ меридіанѣ, направляютъ среднюю его нить на звѣзду, въ моментъ вычисленнаго ея меридіональнаго прохожденія.

Ниже этаго, мы будемъ подробнѣе разсматривать употребленіе Эртелева инструмента, а также и служащія къ установленію его наблюденія. Ясно, что правила данные для уставленнаго уже въ меридіанѣ инструмента, равносильны для каждаго, слѣдовательно и для Троутонова транзита. Что же будетъ сказано о установленіи инструмента въ первомъ, или въ какомъ нибудь другомъ, внѣ меридіана лежащемъ вертикалѣ, то къ сожалѣнію инструментъ

(*) Предмѣтъ, котораго опредѣляется азимутъ, долженъ преимущественно находиться въ N O или въ S W четверти, чтобы при относкѣ азимута отъ предмѣта, меридіанъ прямо былъ бы въ трубѣ.

Троутона по свойству своему или вовсе къ этому не способенъ, или употребленіе его можетъ быть только весьма ограниченное. (*)

§ 9.

Употребленіе Эртелева инструмента прохожденій.

Въ § 7, показано установленіе инструмента и его исправленія не зависящія отъ астрономическихъ наблюденій, а слѣдующіе непосредственно изъ самаго свойства его строенія. Теперь разсмотримъ производимыя имъ наблюденія небесныхъ свѣтилъ, вмѣстѣ съ потребными для того исправленіями.

I. Установленіе инструмента въ желаемомъ вертикалѣ.

Данныя правила для установленія Троутонова транзита въ меридіанѣ, употребительны также и для Эртелева. Но раздѣленіе горизонтальнаго круга Эртелева инструмента, облегчаетъ его употребленіе, такъ что вмѣсто многихъ опытовъ для установленія его въ меридіанѣ, приводятъ трубу съ одного разу какъ можно ближе къ меридіану, и потомъ наблюдаютъ только время прохожденія какого нибудь свѣтила чрезъ среднюю его нить. Пусть время это будетъ $=s$, вычисленное же время прохожденія $=s'$, то $15\,(s'-s)\cos\delta$, будетъ разстояніе великаго круга инструмента отъ меридіана; а если зенитальное разстояніе звѣзды $=z$, слѣдо-

(*) Ежели инструментъ Троутона съ такою уже точностію уставленъ, что подножникъ его не надобно болѣе передвигать, то хорошо его обложить тяжестями, чтобы положеніе его сдѣлать еще тверже. Для этаго между поддержками гнѣздъ и подпорами на каждой сторонѣ, на обводъ подножника, вдвигаютъ дощечки и нагружаютъ ихъ равными тяжестями. Свинцовыя плитки, отъ 10 до 20 фунтовъ вѣсу въ каждой, для этой цѣли суть самыя наиудобнѣйшія.

вательно, азимутъ его будетъ $=\frac{15(s'-s)\cos\delta}{\sin z}$; на эту дугу нужно поворотить инструментъ въ азимутѣ, около вертикальной его оси, по направленію движенія звѣзды, когда выводъ будетъ положителенъ, то есть: если s' больше s; въ противномъ случаѣ обратно. Пусть будетъ на примѣръ въ Дерптѣ, 18 Мая 1832 года, вычислено прохожденіе солнца въ $0^ч.\ 25'.\ 17'',5=s'$, а наблюдаемое прохожденіе было $=0^ч.\ 23'.\ 39'',7=s$, то при высотѣ полюса $\varphi=58^\circ.\ 23'$ и $\delta=+19^\circ.\ 36'$, будетъ $z=\varphi-\delta=38^\circ.\ 47'$, а азимутъ инструмента будетъ $=\frac{15.\ 22'',2.\ \cos 19^\circ.\ 36'}{\sin\ 38^\circ.\ 47'}=496''=8',3$, западный. На столько инструментъ должно подвинуть къ O, помощію отщепа на азимутальномъ кругѣ.

Здѣсь предполагается, что опредѣленіе времени извѣстно съ точностію до одной или немногихъ секундъ, ежели наблюдаемая звѣзда была близъ Экватора. Но условіе это уничтожается при выборѣ полярной звѣзды, α, малой медвѣдицы. Даже въ случаѣ, если Астрономъ прибудетъ отъ какого нибудь отдаленнаго мѣста, то невѣрность въ ходѣ часовъ и долготѣ мѣста, едва ли можетъ быть болѣе $2'$ во времени, для принятаго состоянія хронометра. При этой погрѣшности можно даже подъ самымъ полярнымъ кругомъ, найти во всякое время направленіе меридіана по полярной звѣздѣ, съ точностію до 2-хъ градусныхъ минутъ въ азимутѣ. Приводятъ инструментъ, совершенно во всемъ исправленный, въ вертикалъ полярной звѣзды, и наблюдаютъ по часамъ прохожденіе ее чрезъ среднюю нить. Время по часамъ переводится на звѣздное, (*) и имѣя прямое восхожденіе полярной

(*) Здѣсь видно опять преимущество, которое даетъ хронометръ идущій по звѣздному времени. Путешествующіе по сушѣ Астрономы, которые не такъ какъ морскіе, ограниченные однимъ только секстантомъ, должны преимущественно быть снабжены звѣздными хронометрами, чрезъ что самое сбережется излишняя потеря времени, уменьшатся погрѣшности и облегчится вычисленіе

звѣзды, найдется часовой уголъ ее во времени $= t$. Имѣя высоту полюса $= \varphi$, часовой уголъ $T = 15\ t$, и склоненіе $= \delta$, найдется азимутъ A, по извѣстной формулѣ: $\tan A = \frac{\sin T}{\cos\varphi . \tan\delta - \sin\varphi \cos T}$, но гораздо легче и съ достаточной точностію найдется этотъ азимутъ помощію приложенныхъ здѣсь Таблицъ I, II и III. Первая, гдѣ взятъ за Аргументъ часовой уголъ, даетъ равную для всѣхъ высотъ полюса, величину M; вторая, при часовомъ углѣ и высотѣ полюса $= \varphi$, даетъ величину N; азимутъ же полярной звѣзды отъ сѣвера, $A = (M + N) \sec.\varphi$

Часовые углы относятся къ верхнему прохожденію звѣзды, и восточные изъ нихъ, даютъ восточный азимутъ, а западные даютъ западный. Здѣсь за основаніе взято склоненіе полярной звѣзды $= 88°. 25'. 0''$. Таблица III служитъ для того, чтобы сдѣлать Таблицы I и II, употребительными для всякаго склоненія полярной звѣзды отъ $88°. 23'. 0''$. до $88°. 27'. 0''$. Она даетъ при каждомъ склоненіи полярной звѣзды, какъ Аргументъ, величину C и будетъ:

$$\log. A = \log. (M + N) + \log. \sec\varphi + C.$$

Гдѣ не требуется большая точность, и если склоненіе не разнится минутою противу $88°. 25'$, то C, можно вовсе откинуть. По этимъ Таблицамъ можно всегда, даже при самыхъ большихъ широтахъ, получить азимутъ съ точностію до двухъ секундъ въ дугѣ.

Примѣръ I. 1-го Генваря 1832 года, въ широтѣ $59°. 56'$. наблюдаемо было прохожденіе полярной звѣзды чрезъ среднюю нить инструмента прохожденій, въ $7^{ч}. 34'. 15''$, по звѣздному хронометру, котораго поправка $= + 2'. 35''$; ищется азимутъ инструмента.

Время по часамъ =	7ч.34'.15".		При часовомъ углѣ найдется:
Поправка =	+ 2. 35.		Изъ Табл: I. M = 93',83
Звѣздное время =	7. 36. 50.		— —— II. N = —0,80
Прямое восхожденіе =	1. 0. 20.		M + N = 93,03
Часовой уголъ =	6. 36. 30.	Западный	sec φ = 1,996
			A = 185,69
			= 3°. 5',69 Западный.

Склоненіе было 88°. 25'. 0", и потому C, небыло взято въ разсужденіе. Тригонометрическое вычисленіе логарифмами о 5 цыфрахъ, даетъ A = 3°.5'.41"; совершенно тоже что и по Таблицамъ.

Примѣръ II. Въ широтѣ 78°. 0'. ищется азимутъ для часоваго угла = 3ч. 0'. 0". и склоненія = 88°. 24'. 30".

Изъ Табл: I. M = 67, 19

— —— II. N = +6, 55

M + N = 73, 74

log 73, 74 = 1, 86770

log. sec φ = 0, 68212

изъ Табл: III. C = + 228

log. A = 2, 55210

A = 356', 53 = 5°.56'.32".

Тригонометрическое вычисленіе даетъ A = 5°.56'.41".

Такъ какъ уже извѣстенъ азимутъ полярной звѣзды, и слѣдовательно великаго круга инструмента, тогда поворачиваютъ верхнюю часть его на найденной уголъ, чтобы инструментъ былъ въ меридіанѣ. Взявъ первой примѣръ, гдѣ индексъ показывалъ 355°. 23', то будетъ 355°. 23'. + 3°. 6'. = 358°. 29'. и 178°. 29'. мѣста индекса для установленія инструмента въ меридіанѣ; а 88°. 29'. и 268°. 29', для установленія въ первомъ вертикалѣ; отсюда видно, что въ

нѣсколько минутъ времени можно установить инструментъ, во всякомъ вертикалѣ, съ точностію зависящею отъ отщепа, слѣдовательно до градусной минуты.

II. Опредѣленіе разстоянія крайнихъ нитей отъ средней.

Всякое наблюденіе прохожденія звѣзды, чрезъ всѣ пять нитей, можетъ служить въ тоже время, для опредѣленія разстоянія крайнихъ нитей отъ средней, если только дано разстояніе великаго круга, описываемаго средней нитью, отъ небеснаго полюса. Тѣ изъ наблюденій суть вѣрнѣйшія, когда звѣзда перпендикулярно разрѣзываетъ нити. Слѣдовательно для опредѣленія разстоянія нитей, должно преимущественно наблюдать меридіональныя прохожденія. Пусть к, будетъ время которое звѣзда, имѣющая склоненіе$=\delta$, употребила для проходу отъ крайней нити до средней; и 15 l, разстояніе нити въ дугѣ, то имѣемъ для инструмента установленнаго въ меридіанѣ:

$$l = k.\cos\delta - 37{,}5\ k^3.\cos\delta.\sin^2 1''.$$

и обратно: $k = l.\sec\delta + 37{,}5\ l^3.\sec\delta^3.\sin^2 1''.$

Второй членъ этихъ формулъ тогда только входитъ въ разсужденіе когда δ болѣе $80°$.

Ясно, что для опредѣленія l, должны имѣть преимущество ближайшія къ полюсу звѣзды, потому что наблюденія абсолютнаго мѣста звѣзды, по причинѣ медленнаго ея движенія, будутъ гораздо точнѣе. Но это преимущество важно только при большомъ увеличиваніи трубы. Мы видѣли въ таблицѣ, на страницѣ 21, что труба увеличивающая 180 разъ, даетъ вѣроятную погрѣшность прохожденія Экваторіальной звѣзды$=0'',074$ во времени, а полярной$=0'',578$; слѣдовательно для абсолютнаго мѣста звѣзды$=1'',11$ и $8'',67.\cos 88°.24' = 0'',24$ въ дугѣ, такъ что полярная звѣзда даетъ точности больше не-

жели въ четверо. Для трубы же увеличивающей 30 разъ, обѣ вѣроятныя погрѣшности$=0'',120$ и $3'',439$ во времени, или для абсолютнаго мѣста$=1'',80$ и $1'',44$, такъ что здѣсь преимущество полярной звѣзды весьма незначительно. Слѣдовательно, при маленькихъ инструментахъ, для опредѣленія разстоянія крайнихъ нитей, можно почти съ равною вѣрностію пользоваться всѣми звѣздами, и если возмемъ Экваторіальныя, то еще выиграемъ много времени. Съ легкостію можно имѣть въ нѣсколько часовъ, 25 прохожденій Экваторіальныхъ звѣздъ, откуда получимъ разстояніе крайнихъ нитей отъ средней, съ такою вѣрностію, что вѣроятная погрѣшность будетъ только$=\frac{1'',8\sqrt{2}}{5}=0'',51$ въ дугѣ, или $0'',034$ во времени, въ разсужденіи Экватора.

III. Опредѣленіе погрѣшности линіи зрѣнія, посредствомъ астрономическихъ наблюденій.

На страницѣ 40 показано какимъ образомъ линія зрѣнія, опредѣленная средней нитью, дѣлается перпендикулярною къ оси. Если же послѣ этаго все еще останется какая нибудь погрѣшность, то она должна быть либо непосредственно опредѣлена наблюденіями, или соразмѣрными соединеніями наблюденій, уничтожить вліяніе ее на окончательный результатъ. Близкія къ полюсу звѣзды движутся такъ медлѣнно, что когда инструментъ находится въ меридіанѣ, то ось его можно переложить въ ея гнѣздахъ, прежде нежели звѣзда пройдетъ отъ одной нити до другой. И такъ наблюдаютъ сперва прохожденіе звѣзды чрезъ двѣ первыя нити, потомъ перекладываютъ инструментъ, и наблюдаютъ прохожденіе ея чрезъ три остальныя нити. Такъ какъ по предъидущему извѣстно намъ разстояніе крайней нити отъ средней$=151$, а помощію

склоненія звѣзды$=\delta$, найдется время$=k$, чтобы перевести моменты съ каждой нити на среднюю, тогда получимъ двойное и тройное опредѣленіе прохожденія звѣзды, въ обоихъ положеніяхъ оси, чрезъ среднюю нить, и которыхъ среднія будутъ$=t$ и t'. Откуда погрѣшность линіи зрѣнія$=c=\frac{1}{2}(t'-t).\cos\delta$ во времени Экватора, или: $15\,c=7{,}5\ (t'-t).\cos\delta$, въ дугѣ великаго круга. Для этаго опредѣленія преимущественно употребляются, обѣ полярныя звѣзды α и δ, малой медвѣдицы, а также всѣ тѣ звѣзды которыхъ склоненіе больше $70°$, если только выпустить наблюденіе чрезъ среднюю нить. Экваторіальныя же звѣзды для этаго не могутъ быть употребляемы, потому что они слишкомъ скоро проходятъ поле трубы.

Искавъ величину $15\,c$, мы предположили что діаметры обоихъ цапфъ совершенно между собою равны; если же находится между ними разность$=d\,r$ (Стр: 29), то если отклоненіе линіи зрѣнія, отъ перпендикулярности ея къ оси, было къ сторонѣ окуляра, гдѣ лежитъ тончайшая цапфа, тогда $15\,c$, должно быть увеличено на величину $=\frac{d\,r}{\sin I}.\cos z$; въ противномъ случаѣ на столько же уменьшено; гдѣ, какъ сказано на страницѣ 29, 2 I означаютъ углы гнѣздъ, а z зенитальное разстояніе. На нашихъ обоихъ инструментахъ $d\,r=0'',27$ и $0'',60$ (стр. 29), отсюда слѣдуетъ что въ Дерптѣ, гдѣ зенитальное разстояніе полярной звѣзды въ обоихъ ея прохожденіяхъ$=30°.5'$, и $33°.13'$; $I=45°$, на обоихъ инструментахъ; найденную переложеніемъ инструмента, во время прохожденія полярной звѣзды, величину $15\,c$, должно перемѣнить на $\frac{0'',27.\cos 30°}{\sin 45°}$ и на $\frac{0'',27.\cos 33°\,13'}{\sin 45°}$, или на $0'',33$ и $0'',32$, для Троутонова инструмента, а $0'',73$ и $0'',71$ для Эртелева, смотря на находящіяся при нихъ знаки.

IV. О необходимости различать положенiе оси.

На одномъ изъ концовъ оси находящiйся вертикальной кругъ, бываетъ всегда или при указателѣ I, или при II, чрезъ что и различается положенiе I, или положенiе II, если только дано что указатель I былъ къ O или къ W, когда инструментъ былъ въ меридiанѣ; или къ N или S, когда инструментъ былъ въ первомъ вертикалѣ; чрезъ что уничтожаются всѣ невѣрности происходящiя отъ однообразнаго положенiя частей инструмента. Простѣйшее кажется означать всякое положенiе круга чрезъ K. O. и K. W., когда инструментъ уставленъ въ меридiанѣ; а чрезъ K. S., и K. N., когда инструментъ находится въ первомъ вертикалѣ; и распознаванiе этихъ положенiй необходимо потому: что отъ означенiя ихъ зависитъ знакъ поправки линiи зрѣнiя, такъ же какъ и разстоянiе каждой нити I, II, IV и V отъ средней III, гдѣ числа нитей отъ I до V, означаются по порядку времени, отъ начала вступленiя звѣзды.

Ясно, что измѣненiе положенiя оси, можетъ быть произведено двоякимъ образомъ: или во первыхъ, когда труба перекладывается въ своихъ гнѣздахъ; и во вторыхъ, если цѣлая верхняя часть оборотится около вертикальной своей оси на 180°; и такъ чрезъ переложенiе и обращенiе. При переложенiи, азимутъ совершенно неизмѣняется, и наклоненiе оси можетъ только весьма мало измѣниться единственно отъ неровной толстоты цапфъ. При обращенiи же, азимутъ на столько перемѣнится, на сколько дуга его вращенiя будетъ болѣе или менѣе 180°. 0′. 0″. Также наклоненiе горизонтальной оси, противу горизонта, зависѣть будетъ отъ отклоненiя вертикальной оси противу ея нормальнаго положенiя. Слѣдовательно, прежде и по переложенiи оси, наблюденiя могутъ быть разсматриваемы какъ совершенно нераздѣльныя; а чрезъ обращенiе, образуются двѣ совершенно отдѣльныя части.

V. Наблюденія для опредѣленія времени.

Цѣль, до которой должно достигнуть наблюденіями инструментомъ прохожденій, есть троякая: опредѣленіе абсолютнаго времени, прямаго восхожденія луны, и высоты полюса. Здѣсь изложенъ будетъ порядокъ и выборъ наблюденій соотвѣтственно этимъ цѣлямъ, и вопервыхъ для опредѣленія времени.

Для опредѣленія абсолютнаго времени, то есть: къ данному по часамъ времени, найти принадлежащую ему поправку для звѣзднаго времени $=u$, требуется непосредственное время по часамъ $=S$, въ моментъ прохожденія чрезъ меридіанъ звѣзды, извѣстнаго прямаго восхожденія $=\alpha$; тогда $u=\alpha-S$. Вмѣсто прохожденія звѣзды чрезъ меридіанъ, наблюдаютъ прохожденіе ея чрезъ среднюю нить, близко къ меридіану уставленнаго инструмента, въ моментъ $=s$. Ежели перпендикулярный къ оси вращенія великій кругъ инструмента, отстоитъ отъ полюса на $15\ n$, и отъ зенита на $15\ i$ въ дугѣ, къ Осту, и если, въ тоже время, опредѣленная средней нитью линія зрѣнія отклоняется отъ великаго круга инструмента, то есть отъ перпендикулярности своей къ оси вращенія, на $15\ c$, тоже къ Осту, то, если $\delta=$склоненію звѣзды, а $\varphi=$высотѣ полюса, будетъ: $\alpha=s+u+m+c.\ \sec\delta+n.\ \tang\delta$; гдѣ $m=-n.\ \tang\varphi+i.\ \sec\varphi$.

Здѣсь предполагается что n, i и c, такъ малы, что квадраты ихъ могутъ быть уничтожены, то есть: что инструментъ, до минуты точности находится въ меридіанѣ. Формула эта годится также и для нижнихъ прохожденій, щитая только склоненіе отъ Экватора чрезъ полюсъ, слѣдовательно тангенсы и секансы, находясь во второй четверти круга, будутъ отрицательные. Ясно, что наклоненіе оси вращенія $=15\ i$, найденное уровнемъ или иску-

ственнымъ горизонтомъ, принимаетъ знакъ положительный, когда западная цапфа была выше. Другая звѣзда даетъ:

$$\alpha' = s' + u + du + m + c . \sec \delta' + n . \tang. \delta'.$$

гдѣ du, перемѣна поправки часовъ въ продолженіи времени $s'-s$, которая обыкновенно выводится изъ суточнаго хода часовъ, если только $s'-s$ было невелико. Также c, какъ мы уже выше видѣли, найдено прежними переложеніями инструмента, и если положимъ что $s+c. \sec. \delta=\sigma$; а $s'+c . \sec . \delta'=\sigma'$; будетъ:

$$u=\alpha-\sigma-m-n . \tang.\delta=\alpha'-\sigma'-du-m-n . \tang.\delta'.$$

откуда получимъ:

$$n=\frac{(\alpha'-\alpha)-(\sigma'-\sigma)-du}{\tang.\delta'-\tang.\delta}$$

И такъ, для опредѣленія n, нужно двѣ звѣзды, и тѣмъ n, будетъ точнѣе, чѣмъ больше дѣлитель, то есть чѣмъ больше разность тангенсовъ склоненія. Слѣдовательно всего лучше избирать двѣ звѣзды, наблюдая одну изъ нихъ въ верхнемъ а другую въ нижнемъ ея меридіональномъ прохожденіи, и чтобы обѣ они были какъ можно ближе къ полюсу. Ежели нельзя имѣть двухъ звѣздъ, въ ихъ противныхъ меридіональныхъ прохожденіяхъ, то въ такомъ случаѣ берется одна ближайшая къ полюсу, а другая въ большомъ отъ него разстояніи. Если обѣ звѣзды будутъ близки къ полюсу, то хотя n, будетъ очень вѣренъ, но за то для u, это вредно, потому что абсолютный моментъ ихъ прохожденія, по ихъ медлѣнному движенію, будетъ невѣренъ, а также поправка прохожденія $=m+c. \sec \delta+n . \tang \delta$, можетъ быть очень велика. Исключивъ изъ этаго c, которое изъ предъидущихъ переложеній, будетъ весьма близко къ нулю, и принявъ его какъ за извѣстное, будетъ:

$$m+n . \tang.\delta=i . \sec. \varphi+n . (\tang.\delta-\tang.\varphi).$$

Первая часть этаго выраженія равная для всѣхъ звѣздъ, а вторая будетъ тогда равна нулю, когда $\varphi=\delta$. Отсюда слѣдуетъ

что опредѣленіе времени тѣмъ будетъ точнѣе, чѣмъ дающая его звѣзда будетъ ближе проходить къ зениту, гдѣ точность его зависитъ только отъ вѣрности наблюденія и опредѣленія наклоненія оси. И такъ совѣтуется кромѣ двухъ, для опредѣленія n, служащихъ звѣздъ, по возможности близкихъ къ полюсу, выбирать еще другія двѣ, ближайшія къ зениту и проходящія къ странѣ Экватора, которыя съ найденнымъ n, дадутъ двойную поправку часовъ=u.

Если же въ c, принятомъ нами за нуль, была погрѣшность, то n и u, будутъ несовсѣмъ вѣрны. Переложивъ же ось въ своихъ гнѣздахъ, и повторивъ наблюденія другихъ звѣздъ, удобныхъ для опредѣленія n и u, то не только получимъ u, независимо отъ c, но и для самаго c, найдется поправка; также этимъ уничтожается всякое дѣйствіе какихъ нибудь постоянныхъ погрѣшностей, могущихъ быть отъ неровности толстотъ цапфъ, или отъ погиба оси.

Для совершеннаго опредѣленія n, c и u, предлагается слѣдующая система наблюденій:

Положеніе I, кругъ O, (или W).

a. Опредѣленіе уровнемъ наклоненія оси.

b. Наблюденіе четырехъ звѣздъ; именно: двѣ ближайшія къ полюсу, а другія двѣ ближайшія къ зениту, къ странѣ Экватора.

c. Опредѣленіе наклоненія.

Переложивъ въ положеніе II, кругъ W, (или O).

d. Опредѣленіе наклоненія.

e. Наблюденіе четырехъ звѣздъ.

f. Опредѣленіе наклоненія.

Для азимута великаго круга инструмента щитаемаго отъ N къ O, получимъ:

$$A = 15\,(n\,.\,\sec.\varphi - i.\,\tang.\varphi)$$

Откуда получимъ повѣрку изъ обоихъ положеній инструмента, то есть: если A, неизмѣняется, то n и i, должны давать для каждаго положенія инструмента тотъ же A.

Такъ какъ выше сказано, что c, по предъидущимъ переложеніямъ инструмента, разсматривается какъ извѣстное; то двойныя опредѣленія n и u, тогда только нужны, когда мы хотимъ достигнуть до высшей степени совершенства опредѣленія времени. Въ такомъ случаѣ хорошо также увеличить число звѣздъ служащихъ для опредѣленія u. Если будетъ нужно, то инструментъ можно установить, по вычисленному азимуту, еще ближе къ меридіану, поворотивъ верхнюю его часть, по горизонтальному кругу на дугу = A.

Астрономическіе Календари даютъ видимыя мѣста обоихъ полярныхъ и 45 главныхъ звѣздъ. На этихъ-то неподвижныхъ точкахъ неба, основываются всѣ опредѣленія мѣстъ на небесномъ шарѣ, на Обсерваторіи снабженной неподвижно установленными инструментами. Для путешествующаго же Астронома необходимо гораздо большее число звѣздъ, которыхъ были бы извѣстны видимыя мѣста. Онъ долженъ имѣть положеніе всѣхъ звѣздъ, даже до 5-й величины включительно, то есть всѣхъ тѣхъ, которыя можетъ онъ наблюдать слабѣйшимъ перевознымъ инструментомъ, съ совершенною ясностію. Господинъ Шумахеръ приложилъ къ своимъ вспомогательнымъ таблицамъ каталогъ звѣздъ для 1821 года, по Брадлею и Піацци, вмѣстѣ съ постоянными ихъ измѣненіями, вычисленными Г. Бесселемъ, для вычисленія видимыхъ ихъ мѣстъ. Но каталогъ этотъ, для настоящаго времени, болѣе уже неточенъ и неполонъ. Потому то теперь главнѣйшая необходимость, для продолженія географическаго опредѣленія мѣстъ, состоитъ въ томъ, чтобъ ежегодно давать среднія мѣста всѣхъ свѣтлыхъ звѣздъ до 5 величины, съ точностію до которой только можно достигнуть теперешнимъ меридіональнымъ инструментомъ. Что же

касается до тѣхъ, находящихся близъ полюса звѣздъ, которыя служатъ для опредѣленія n, то въ нихъ-то именно величайшій недостатокъ въ упомянутомъ мною каталогѣ. При концѣ этаго руководства, я приложилъ списокъ всѣхъ тѣхъ сѣверныхъ близъ полюсныхъ звѣздъ, которыя преимущественно могутъ служить для установленія инструмента въ меридіанѣ. Онъ состоитъ изъ обоихъ α и δ, малой медвѣдицы, и 81, другихъ звѣздъ; изъ нихъ 77 до 5 величины, а 4 шестой; сѣвернѣе 70° дано 44 звѣзды, между 65° и 70° дано 28, а отъ 60° до 65°, дано 9. Они расположены такимъ образомъ, что всегда въ короткое время, можно выбрать двѣ звѣзды въ ихъ противуположныхъ меридіональныхъ прохожденіяхъ. Ихъ среднія прямыя восхожденія, въ 1815 году въ Дерптѣ, опредѣлены были съ большою точностію. Теперь они опять наблюдаются и мы намѣрены въ продолженіи года, издать для теперешняго времени, ихъ среднія мѣста, вмѣстѣ съ постоянными ихъ измѣненіями, и желательно, чтобы они были помѣщены въ нашихъ отечественныхъ мѣсяцословахъ. Данныя же для настоящаго времени ихъ видимыя мѣста служатъ только для нахожденія звѣзды. Однако же путешествующіе астрономы могутъ даже теперь ихъ употреблять, только вычислять нужно будетъ послѣ.

Второй способъ опредѣленія времени состоитъ въ томъ, что когда инструментъ уставленъ въ вертикалѣ полярной звѣзды, α мал. медвѣд., наблюдаютъ прохожденіе ее чрезъ среднюю нить и, при неподвижномъ состояніи инструмента, наблюдаютъ другія звѣзды въ большемъ разстояніи отъ полюса, пропустивъ ихъ чрезъ всѣ пять нитей. Если ищется одно только время, то звѣзды будутъ тѣмъ лучше, чѣмъ ближе къ зениту. Наблюденіями въ обоихъ положеніяхъ инструмента, и здѣсь также уничтожится вліяніе постоянныхъ погрѣшностей.

Такъ какъ азимутъ полярной звѣзды бываетъ всегда очень малъ, то прохожденіе какой нибудь звѣзды, чрезъ вертикалъ полярной звѣзды, между зенитомъ и южнымъ горизонтомъ, будетъ разнствовать только немногими минутами времени отъ меридіональнаго ея прохожденія. Подъ 60°, высоты полюса, азимутъ полярной звѣзды$=3°.\ 12'$. Близкая къ южному горизонту звѣзда, будетъ проходить чрезъ вертикалъ полярной звѣзды, находящейся въ наибольшемъ восточномъ удаленіи, спустя около 15′, послѣ ея меридіональнаго прохожденія. Для близкихъ къ зениту звѣздъ эта разность будетъ еще меньше. Чтобы найти напримѣръ время когда звѣзда, которой прямое восхожденіе$=\alpha$, а склоненіе$=\delta$, пойдетъ чрезъ вертикалъ полярной звѣзды, которой прямое восхожденіе$=$a, а склоненіе$=$d, то ищется для звѣзднаго времени α, азимутъ полярной звѣзды$=$A, положительной, идущей отъ сѣвера къ востоку, и потомъ вычисляютъ: $\theta=\frac{\frac{1}{15}A.\sin(\varphi-\delta)}{\cos.\delta}$; и звѣзда около времени, $\alpha+\theta$, будетъ имѣть азимутъ почти равный A. (*) Тогда, поворачиваютъ, около 5 минутъ прежде времени $\alpha+\theta$, верхнюю часть инструмента, такъ чтобы въ продолженіи минуты, полярная звѣзда суточнымъ своимъ движеніемъ достигла бы средней нити, и потомъ закрѣпляютъ сжимательные винты g; при этомъ должно быть внима-

(*) Если нужно часто употреблять эту методу, на какомъ нибудь опредѣленномъ мѣстѣ, то гораздо лучше вычислить табличку которая бы давала азимутъ и зенитальное разстояніе полярной звѣзды, для всякаго звѣзднаго времени, чрезъ каждыя 10 минутъ. Эта табличка необходима для наблюденія зенитальныхъ разстояній полярной звѣзды, днемъ вертикальнымъ угломѣромъ; а также и ночью она очень полезна. Впрочемъ и не имѣя этой таблички можно по приложеннымъ здѣсь въ концѣ какъ сказано на стр: 52 вспомогательнымъ таблицамъ найти тотчасъ азимутъ и потомъ зенитальное разстояніе полярной звѣзды: $\sin z=\frac{\sin 15\,t.\cos\delta}{\sin A}$, вычисливъ эту формулу логариѳмами о четырехъ или пяти цыфрахъ.

тельну, чтобы горизонтальная ось до такой степени была исправлена, чтобы оставшееся малое наклоненіе ее могло быть съ тоностію измѣрено уровнемъ. Теперь наблюдаютъ прохожденіе полярной звѣзды чрезъ среднюю нить, во время$=$s, по часамъ; потомъ ставятъ инструментъ на зенитальное разстояніе другой звѣзды, которое отъ меридіональнаго $\varphi-\delta$, такъ мало разнится, что звѣзда всегда явится въ поле трубы, и наблюдаютъ прохожденіе ее чрезъ всѣ пять вертикальныхъ нитей, такъ чтобы звѣзда шла всегда въ срединѣ между горизонтальными нитями, и на конецъ съ точностію опредѣляютъ уровнемъ наклоненіе оси. Переведеніе съ крайнихъ нитей на среднюю, очень просто. Если приближеннымъ способомъ извѣстно звѣдное время наблюденія полярной звѣзды, откуда будетъ извѣстенъ азимутъ ее$=$A, съ точностію до двухъ минутъ, тогда вычисляютъ: $N=A.\cos\varphi$, гдѣ N, разстояніе вертикальнаго круга инструмента отъ полюса, и положивъ что:

$$\cos(\delta+N)^{\frac{1}{2}}.\cos(\delta-N)^{\frac{1}{2}}=\beta,\ \text{a}\ \sin.N.\sin.\delta=\gamma;$$

то время k, переведеніе на среднюю нить каждой крайней нити, отстоящей на 15 l отъ средней, найдется чрезъ:

$$k=\frac{l}{\beta}\mp\frac{7,5\,\gamma.\sin 1''}{\beta^3}.\,l^2.$$

гдѣ верхній знакъ втораго члена тогда употребляется, когда паралельной кругъ описываемый крайней нитью, далѣе отстоитъ отъ полюса нежели большой кругъ описываемый средней нитью, и обратно. Если σ, найденное такимъ образомъ среднее время прохожденія изъ всѣхъ пяти нитей, тогда имѣемъ два момента: s, и σ, для прохожденія полярной и другой звѣзды, чрезъ небесной кругъ, описываемый линіей зрѣнія инструмента. Пусть будетъ восточное уклоненіе линіи зрѣнія, отъ перпендикулярности ея къ оси вращенія$=$15 c, а наклоненіе

оси $j=15\,i$, положительное, когда западная цапфа была выше; обѣ эти погрѣшности весьма малы и извѣстны, первая изъ нихъ извѣстна прежними переложеніями, а послѣдняя найдена уровнемъ. Принявъ, что для полярной звѣзды $b=\cos(d+N)^{\frac{1}{2}}.\ \cos(d-N)^{\frac{1}{2}}$, будетъ:

$$s'=s\mp\frac{c}{b};\ \text{а}\ \sigma'=\sigma\mp\frac{c}{\beta}$$

гдѣ для s', тогда принимается знахъ $+$, когда полярная звѣзда была между верхнимъ меридіональнымъ прохожденіемъ и наибольшимъ своимъ удаленіемъ; то s' и σ', будутъ моменты прохожденій обоихъ звѣздъ, чрезъ тотъ же великой кругъ инструмента. Если $1''$ по часамъ$=m''$ звѣзднаго времени, и назвавъ $15\,(t-M)$, восточной часовой уголъ полярной звѣзды, а $15\,(\tau-M)$, тотъ же уголъ другой звѣзды, получилъ слѣдующіе 3 уравненія:

1. $t-\tau=(a-\alpha)+m(\sigma-s')=e.$
2. $\sin 15\,\tau=\operatorname{tang} N.\ \operatorname{tang}\delta.$
3. $\sin 15\,t=\sin 15\,(\tau+e)=\operatorname{tang} N.\ \operatorname{tang} d.$

Изъ втораго и третьяго уравненія слѣдуетъ:

$$\operatorname{tang} 15\,\tau=\frac{\sin e.\ \operatorname{tang}\delta}{\operatorname{tang} d-\cos e.\ \operatorname{tang}\delta},\ \text{и}\ \operatorname{tang} N=\frac{\sin 15.\,(\tau+e)}{\operatorname{tang} d.};$$

Для опредѣленія M, служитъ уравненіе:

$$\operatorname{tang} y=\frac{\sin j.\ \cos\varphi}{\sin N-\sin j.\ \sin\varphi},$$

или съ достаточною вѣрностію:

$$\operatorname{tang} y=\frac{j.\ \cos\varphi}{N-j.\ \sin\varphi}$$

$$\text{и}\ \operatorname{tang} 15\,M=\operatorname{tang} N.\ \operatorname{tang}(\varphi-y)$$

Наконецъ получимъ $\sigma'+(\tau-M)+u=\alpha$, если u, означаетъ поправку часовъ въ моментъ σ', по часамъ, которая и будетъ:

$$u=\alpha-\sigma'-(\tau-M)$$

Слѣдовательно для опредѣленія времени по этой методѣ, требуется для наблюденій весьма малое число времени. Къ одному прохожденію полярной звѣзды, можно присовокупить нѣсколько прохожденій другихъ, способныхъ для опредѣленія времени звѣздъ; каждая изъ нихъ дастъ особенную поправку часовъ, которыя дадутъ между собою довольно согласные выводы и тѣмъ самымъ увеличатъ вѣрность поправки. Такимъ образомъ можно, на примѣръ около 7 часовъ звѣднаго времени, наблюдать полярную звѣзду и вмѣстѣ капеллу и β оріана. Еще легче получимъ эту повѣрку, если кромѣ фундаментальныхъ звѣздъ, будемъ наблюдать всѣ прочія звѣзды до 5-й величины и особенно будетъ точно опредѣленіе времени, если возмемъ звѣзды, какъ уже выше было сказано, проходящіе какъ можно ближе къ зениту, къ югу отъ него. Такое опредѣленіе времени впрочемъ одностороннее. Погрѣшность въ принятой нами за нуль, величинѣ с, погрѣшность линія зрѣнія, происходящая отъ неизвѣстной разности толстотъ цапфъ; или отъ погиба оси, во всякомъ случаѣ вредитъ точности поправки. И такъ, чтобъ получить совершеннѣйшее опредѣленіе времени, должно во первыхъ: въ одномъ положеніи инструмента наблюдать полярную звѣзду съ извѣстнымъ числомъ звѣздъ, служащихъ для опредѣленія времени; потомъ переложивъ инструментъ и подобнымъ образомъ сдѣлать новое опредѣленіе. Среднее изъ двухъ, такимъ образомъ полученныхъ опредѣленій времени, будетъ съ такою точностію, какой только въ состояніи достигнуть инструментомъ.

Само собою разумѣется, что здѣсь требуется таже точность опредѣленія наклоненія оси, какъ и прежде. Преимущество этой методы состоитъ въ томъ, что здѣсь не требуется точнаго мѣста прочихъ близъ полюсныхъ звѣздъ. За то требуетъ продолжительнаго вычисленія, строгихъ тригонометрическихъ формулъ, и если луна была наблюдаема, то вычисляется ея параллаксъ.

VI. Наблюденія для опредѣленія прямаго восхожденія луны, для долготы.

Съ нѣсколькихъ только лѣтъ въ астрономическихъ календаряхъ помѣщаются для каждаго дня тѣ звѣзды, которыя для опредѣленія долготы должны сравниваться въ прямомъ восхожденіи съ луною. По сему наблюдають по часамъ прохожденіе полнаго края луны и этихъ звѣздъ, чрезъ нити, какъ можно ближе уставленнаго къ меридіану инструмента.

Если же путешествующій астрономъ, наблюдаетъ только прохожденіе луны и этихъ сравнительныхъ (лунныхъ) звѣздъ, то не возможно по сему съ точностію опредѣлить долготу, потому что нельзя предположить чтобы его инструментъ, также какъ и на неподвижныхъ обсерваторіяхъ, былъ совершенно уставленъ въ меридіанѣ. Слѣдовательно должно еще сдѣлать въ правилѣ V показанныя наблюденія для опредѣленія n и u, такъ чтобы наблюденія луны и лунныхъ звѣздъ, находились между двумя опредѣленіями n; изъ этаго n, а также и изъ найденнаго уровнемъ наклоненія оси, можно уже будетъ судить о неподвижности инструмента, въ продолженіи собственно луннаго сравненія.

И такъ, для совершеннаго опредѣленія долготы меридіональными прохожденіями луны, требуется:

a. Опредѣленіе состоянія инструмента прежде b, но какъ можно къ нему ближе.

b. Наблюденіе луны, лунныхъ звѣздъ и такъ же другихъ близкихъ къ лунѣ свѣтлыхъ звѣздъ, извѣстныхъ прямыхъ восхожденій.

c. Вторичное опредѣленіе состоянія инструмента, сколько можно скорѣе, послѣ b.

a, b и c должны быть сдѣланы въ томъ же положеніи инструмента; но въ крайнемъ случаѣ, напримѣръ: если сомнѣваемся въ

вѣрности направленія линіи зрѣнія, то можно прежде а, сдѣлать еще одно опредѣленіе, въ одномъ положеніи инструмента, а потомъ послѣ с, сдѣлать другое подобное опредѣленіе, въ другомъ положеніи инструмента.

Въ Ь, сказано: что кромѣ данныхъ въ календарѣ лунныхъ звѣздъ, наблюдаются еще другія звѣзды извѣстныхъ прямыхъ восхожденій. Цѣль этаго состоитъ въ томъ, чтобы какъ можно точнѣе получить прямое восхожденіе луны. Въ непродолжительномъ времени, будутъ опредѣлены мѣста всѣхъ свѣтлыхъ звѣздъ Зодіака, до 5 величины включительно, съ такою точностію, что путешествующій астрономъ, наблюдая эти звѣзды, кромѣ фундаментальныхъ, чрезвычайно увеличитъ вѣрность опредѣленія собственно абсолютнаго прямаго восхожденія луны. Для наблюдателя находящагося на неподвижной обсерваторіи, увеличеніе числа лунныхъ звѣздъ, составляетъ лишнюю тяжесть, потому что ему время дорого для другихъ цѣлей; но путешествующій астрономъ, не долженъ пропускать ничего, что только можетъ служить для совершеннѣйшаго достиженія его цѣли.

Если путешествующему наблюдателю, какія нибудь случайныя обстоятельства помѣшаютъ сдѣлать свои наблюденія, въ такомъ совершенствѣ, чтобы изъ нихъ можно было ему узнать положеніе своего инструмента и состояніе часовъ, то онъ долженъ по крайнѣй мѣрѣ одно изъ нихъ получить какимъ нибудь другимъ способомъ; напримѣръ: помощію соотвѣтствующихъ высотъ солнца найдется поправка часовъ. Помощію этой поправки найдется время прохожденія чрезъ меридіанъ какой нибудь звѣзды; а сравненіемъ наблюдаемыхъ прохожденій, получимъ отклоненіе инструмента отъ меридіана, къ той сторонѣ гдѣ находится луна. Ежели наблюдатель, не имѣетъ средства опредѣлить наклоненіе оси, если напримѣръ, уровень его разбитъ, то астрономическія наблю-

денія дадутъ только n, а m останется неопредѣленнымъ, и опредѣленіе абсолютнаго времени будетъ вовсе невозможно. Въ такомъ случаѣ есть другое вѣрное вспомогательное средство для опредѣленія времени. Г. Прейсъ наблюдая въ Камчаткѣ и Калифорніи, имѣлъ на своемъ Троутоновомъ инструментѣ вовсе негодный уровень; но, не смотря на это, онъ сдѣлалъ превосходныя опредѣленія долготы прохожденіями луны, наблюдая еще кромѣ лунныхъ звѣздъ, близъ полюсныя и фундаментальныя звѣзды, и такимъ образомъ получилъ n, а соотвѣтствующими высотами солнца ежедневно опредѣлялъ абсолютное время.

Такъ какъ по прохожденію края луны, собственно ищется прямое восхожденіе центра ея, слѣдовательно при опредѣленіи долготы, всегда входитъ въ разсужденіе полдіаметръ луны, покрайнѣй мѣрѣ до такой точности, какую только можно имѣть, смотря по оптическимъ достоинствамъ инструмента. Вообще, слабѣйшія трубы, даютъ нѣсколько большій діаметръ противу сильныхъ. Отсюда видно что если мы хотимъ достигнуть высшей степени совершенства опредѣленія долготы, то должны наблюдать прохожденія луны прежде и послѣ полнолунія. Также наблюдатель долженъ особенное обращать вниманіе, чтобы неправильное положеніе фокусовъ трубы, не увеличивало видимаго полдіаметра луны. Слѣдовательно наблюдатель долженъ какъ можно точнѣе исправить фокусы, такъ чтобъ луна и нити были совершенно ясно видны, и въ особенности подвижной окуляръ такъ поставить, чтобы край луны какъ можно яснѣе былъ видѣнъ, не смотря на то если нити хотя будутъ и не совсѣмъ ясно видны.

Сравнительныя звѣзды давались до этихъ поръ въ календаряхъ не на продолженіе всего времени покуда луна можетъ быть видима въ меридіанѣ, а оканчивались вскорѣ послѣ полнолунія. Это противно главной цѣли наблюденій меридіональныхъ прохожденій

луны, и происходило отъ того, что прежде имели только въ виду меридіональную разность Европейскихъ обсерваторій. Но собственно для этой цели, когда эти разности долготъ, определяются всегда въ большомъ числе закрытіями звездъ, достоинство меридіональныхъ прохожденій луны, становится уже второстепеннымъ. Для путешествующаго же астронома, меридіональныя прохожденія луны, есть единственное средство для точнаго определенія долготы; при распространеніи же этаго средства получимъ вернейшія долготы самыхъ отдаленныхъ местъ, и это составитъ совершенно новую эпоху въ Географіи. Особенно для этой цели, определенія местъ, путешествующій астрономъ не долженъ пропускать ни одного видимаго меридіональнаго прохожденія луны. Если календари не даютъ ни одной лунной звезды, то сравнивается луна съ фундаментальными и другими удобно расположенными светлыми звездами, даже до 5 величины. (*)

Чтобы занятія и труды путешествующаго астронома достигли своей цели, то непременно должно ему иметь соответствующія наблюденія на местахъ, которыхъ долгота съ точностію известна. Для этаго желательно, чтобы на всехъ хорошо определенныхъ Европейскихъ обсерваторіяхъ, наблюдали все видимыя меридіональныя прохожденія луны. Сочинитель этаго наставленія летомъ 1830 года, представлялъ о важности этихъ наблюденій, составленной по требованію Англійскаго Адмиралтейства, отъ Королевско-астрономическаго общества въ Лондоне, комисіи, для улучшенія Nautical-Almanac. Коммисія решила помещать лунныя звезды въ продолженіи целаго месяца, и признала необходимымъ на Гринвичской обсерваторіи, где находится 6 наблюдателей, не пропускать ни одного видимаго прохожденія луны. Конечно предметъ

(*) Nautical Almanac, и после его Россійскій морской месяцословъ даютъ съ 1834 года, лунныя звезды, въ продолженіи целой лунаціи.

сей неменѣе важенъ для Россіи какъ и для Англіи, и желательно чтобы подобнымъ наблюденіемъ луны, занималась какая нибудь изъ нашихъ Русскихъ обсерваторій. Положеніе и климатъ даетъ предъ всѣми преимущество, обсерваторіи находящейся въ Николаевѣ. Въ Сѣверныхъ же странахъ облачное большею частію небо и низкое положеніе луны лѣтомъ, препятствуетъ къ достиженію цѣли наблюденій лунныхъ прохожденій.

При наблюденіи прохожденія луны въ меридіанѣ, параллаксъ ее въ прямомъ восхожденіи $=$ o. Наблюдая же прохожденіе луны и звѣздъ въ какомъ нибудь вертикалѣ, тогда параллаксъ луны должно тщательно вычислять. Случаются обстоятельства, когда единственно возможны только такія наблюденія, напримѣръ: около новолунія, или покрытое во время меридіональнаго прохожденія луны небо, вдругъ потомъ прочистится. Если въ этомъ случаѣ астрономъ не хочетъ пропустить луны, то долженъ наблюдать ее внѣ меридіана. Кромѣ луны и служащихъ для опредѣленія ее прямаго восхожденія, близкихъ къ ней звѣздъ, должно еще наблюдать покрайней мѣрѣ одну звѣзду, какъ возможно ближе къ полюсу, и опредѣлить наклоненіе оси. Для повѣрки, отщитывается индексъ азимутальнаго круга, чрезъ что получаютъ приближенной азимутъ вертикала, въ которомъ наблюдали луну. Отсюда видно, что опытный наблюдатель въ одну ночь, можетъ имѣть нѣсколько лунныхъ прохожденій и слѣдовательно столько же опредѣленій долготы.

Теперь представляется намъ еще одинъ важный вопросъ: что такой маленькой инструментъ какъ Эртеля, можетъ ли быть употребляемъ съ надлежащею точностію для опредѣленія долготы по прохожденіямъ луны и звѣздъ? Этотъ вопросъ удовлетворительно рѣшается на страницѣ 21.

Преимущество большихъ увеличиваній, въ разсужденіи вѣрности прохожденій, наибольшее около полюса, а наименьшее около Эква-

тора. Содержаніе точности прохожденій свѣтилъ наблюдая инструментами, увеличивающими во 180 и 30 разъ, отъ 0° до 30° склоненія, какъ 1: 1, 7; слѣдовательно въ 6 разъ сильнѣе увеличивающая труба меридіональнаго круга, далеко недаетъ даже двойной вѣрности въ прямомъ восхожденіи луны. И такъ вовсе несоразмѣрно для маловажнаго преимущества въ вѣрности результата, жертвовать на щетъ удобности перевозки и установленія инструмента, по случаю значительной разности въ величинѣ инструментовъ.

VII. Наблюденія въ первомъ вертикалѣ, для опредѣленія высоты полюса.

Для опредѣленія высоты полюса поворачиваютъ инструментъ въ первой вертикалъ и закрѣпляютъ. Данные индекса азимутальнаго круга для перваго вертикала извѣстны уже на 53 страницѣ.

Опредѣленіе высоты полюса основывается на промежуткѣ времени прохожденія тѣхъ же звѣздъ, чрезъ поле трубы, по обѣ стороны зенита. И такъ наблюдаютъ, вопервыхъ: прохожденіе звѣзды чрезъ восточный вертикалъ, потомъ въ большій или меньшій промежутокъ времени, чрезъ западный. Здѣсь предполагается, что въ этотъ промежутокъ времени, который очевидно зависитъ отъ разстоянія звѣзды отъ зенита, при прохожденіи ее чрезъ меридіанъ, то есть: отъ $\varphi - \delta$, азимутъ инструмента не перемѣняется.

Если δ = склоненію звѣзды, $2t$ = промежутку времени прохожденія ее чрезъ среднюю нить въ обоихъ вертикалахъ, то высота полюса = φ, найдется чрезъ $\operatorname{tang} \varphi = \frac{\operatorname{tang.} \delta}{\cos. t}$. Чтобы перевести моменты съ крайнихъ нитей на среднюю, если $15 I$ = разстоянію ихъ отъ средней въ дугѣ, получимъ слѣдующее для промежутка времени:

$$k = \frac{1}{\alpha} \pm \frac{7,5.\ \beta.\ l^2.\ \sin 1''}{\alpha^3} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad .$$

гдѣ $\alpha = \sin\,(\varphi+\delta)^{\frac{1}{2}}.\ \sin\,(\varphi-\delta)^{\frac{1}{2}}$; а $\beta = \cos\varphi.\ \sin\delta$.

Вторый членъ формулы для k, тогда принимаетъ знакъ плюсъ, когда нить далѣе отстоитъ отъ полюса нежели средняя, а минусъ, когда она ближе къ полюсу.

Найденная такимъ образомъ высота полюса сопряжена еще съ наклоненіемъ оси и погрѣшностію линіи зрѣнія. Пусть I o, наклоненіе оси при прохожденіи звѣзды чрезъ восточный вертикалъ, а I w, тоже наклоненіе во время прохожденія чрезъ западный вертикалъ, оба положительныя, если сѣверная цапфа была выше; и C= 15 c, погрѣшность линіи зрѣнія, положительная, ежели отклоняется къ югу отъ большаго круга; то истинная высота полюса=X, найдется:

$$X = \varphi + \frac{Io + Iw}{2} + \frac{C.\ \sin\varphi}{\sin\delta}$$

Слѣдовательно, наклоненіе оси должно быть наблюдаемо при каждомъ прохожденіи. C, погрѣшность линіи зрѣнія, можно принять за извѣстную, чрезъ переложеніе инструмента въ меридіанѣ. Впрочемъ здѣсь дается средство уничтожить вліяніе C:

a. переложеніемъ инструмента, между обоими прохожденіями, то есть: чтобы прохожденія чрезъ восточный и западный вертикалъ были наблюдаемы въ противныхъ положеніяхъ оси, откуда

$$X = \varphi + \frac{Io + Iw}{2};$$

b. или наблюдая одну звѣзду въ одномъ положеніи оси, въ обоихъ вертикалахъ, а другую въ другомъ положеніи, тоже въ обоихъ вертикалахъ. Обѣ величины высоты полюса будутъ:

$$X=\varphi+\frac{Io+Iw}{2}+\frac{C.\ \sin\ \varphi}{\sin\ \delta},\ \text{и}$$

$$X=\varphi'+\frac{I'o+I'w}{2}-\frac{C.\ \sin\ \varphi'}{\sin\ \delta'};$$

Если же $\varphi+\dfrac{Io+Iw.}{2}=\psi$; а $\varphi'+\dfrac{I'o+I'w}{2}=\psi'$;

то вычисляють $C=\dfrac{1}{m}(\psi'-\psi)$, если $m=\dfrac{\sin\ \varphi}{\sin\ \delta}+\dfrac{\sin\ \varphi'}{\sin\ \delta'}$

Откуда $X=\psi+\dfrac{C.\ \sin\ \varphi}{\sin\ \delta}=\psi'-\dfrac{C.\ \sin\ \varphi'}{\sin\ \delta'}$.

Обѣ эти методы для путешествующаго астронома весьма невыгодны, потому что теряется много времени между прохожденіями чрезъ обѣ половины перваго вертикала, и часовой уголъ въ продолженіи этаго промежутка времени, чрезвычайно скоро увеличивается, особенно чѣмъ болѣе $\varphi-\delta$. При высотѣ полюса$=60°$, и склоненіи$=50°$, промежутокъ времени между прохожденіями, будетъ болѣе 6 часовъ; а такъ какъ весьма мало свѣтлыхъ звѣздъ вблизи самаго зенита, то принуждены пользоваться тѣми звѣздами, которыхъ δ до $15°$ менѣе φ. (Эти звѣзды будемъ мы называть зенитными). Кромѣ этого, условіе: что азимутъ инструмента, въ продолженіи такого значительнаго промежутка времени, долженъ быть неизмѣняемъ, трудно исполнить путешествующему астроному; въ сѣверныхъ же странахъ онъ будетъ очень стѣсненъ, потому что тамъ лѣтомъ ночи чрезвычайно коротки.

И потому наблюдаютъ сперва какую нибудь зенитную звѣзду въ восточномъ вертикалѣ, и потомъ какъ можно скорѣе другую звѣзду въ противномъ, то есть въ западномъ вертикалѣ. Перекладываютъ инструментъ и наблюдаютъ опять двѣ звѣзды, въ противуположныхъ направленіяхъ отъ зенита. Изъ этихъ четырехъ

наблюденій, при извѣстныхъ видимыхъ мѣстахъ звѣздъ, получимъ не только высоту полюса, но и погрѣшность линіи зрѣнія, и если сверхъ этаго извѣстна поправка часовъ, то даже и маленькое отклоненіе вертикала инструмента, отъ перваго вертикала. Увеличеніе числа наблюдаемыхъ звѣздъ, а также и переложеній инструмента, увеличиваетъ также и вѣрность опредѣленія высоты полюса. Такъ какъ здѣсь, при всякомъ прохожденіи, должно быть опредѣляемо наклоненіе оси, то ясно видно, что какое важное преимущество, для опредѣленія высоты полюса, имѣетъ инструментъ, на которомъ уровень постоянно находится на его оси.

Для наблюденій выбираются изъ каталога звѣзды до 5 величины и наблюдатель долженъ заранѣе вычислять время прохожденія ихъ чрезъ первый вертикалъ; тогда ему будетъ гораздо удобнѣе выбирать изъ нихъ наилучшія. Часовой уголъ звѣзды во времени $= t$, для прохожденія ея чрезъ первый вертикалъ, и зенитальное разстояніе ея $= z$, найдется:

$$\cos. 15\, t = \frac{\text{tang}\ \delta}{\text{tang}\ \varphi}, \text{ и } \cos. z = \frac{\sin\ \delta}{\sin\ \varphi}.$$

или для звѣздъ проходящихъ весьма близко къ зениту, еще точнѣе будетъ:

$$\sin \frac{15\, t}{2} = \sqrt{\frac{\sin\, (\varphi - \delta)}{2.\cos \delta.\ \sin \varphi}}$$

$$\text{а } \sin \tfrac{1}{2} z = \sqrt{\frac{\sin \tfrac{1}{2} (\varphi - \delta) . \cos \tfrac{1}{2} (\varphi + \delta).}{\sin\ \varphi}}$$

Если α прямое восхожденіе, то $\alpha \pm t$ будетъ звѣздное время похожденія въ обоихъ половинахъ перваго вертикала, относительно средней нити. Для крайнихъ же нитей часовой уголъ и зенитальное разстояніе будетъ различно на величины $= d\, t$ и $d\, z$. Если разстояніе ихъ отъ средней нити $= 15\, l$, то:

$$d\, t = \pm \frac{l}{\sin\ \varphi . \sin\ z}, \text{ а } d\, z = \pm \frac{15 . l}{\text{tang}\ \varphi .\ \sin z}.$$

Чѣмъ ближе звѣзда къ зениту, тѣмъ острѣе уголъ ея пересѣченія съ вертикальными нитями. Прохожденіе же звѣзды должно непремѣнно быть всегда въ серединѣ горизонтальныхъ нитей, и потому наблюдатель долженъ перемѣнять зенитальное разстояніе трубы для каждой нити, микрометрическимъ винтомъ S табл. II. Если звѣзда пройдетъ не въ надлежащемъ мѣстѣ, то моменты ея прохожденія будутъ невѣрны по причинѣ отклоненія нитей отъ точнаго вертикальнаго положенія.

§ 10.

Приготовленія наблюдателя для наблюденій въ какой нибудь опредѣленный день.

Приготовленія эти состоятъ въ томъ, что астрономъ долженъ выбрать удобныя свѣтила для своихъ наблюденій, вычисливъ напередъ приближенныя моменты по часамъ, и зенитальныя ихъ разстоянія, дабы потомъ работа его шла въ порядкѣ, покойно, и чтобы онъ былъ увѣренъ, что ничего нужнаго непропущено. Вмѣсто всеобщихъ правилъ я предложу примѣръ:

Положимъ, что 10 Февраля 1832 года, въ Берлинѣ, инструментомъ Эртеля, предполагается сдѣлать наблюденія для опредѣленія высоты полюса и долготы.

Въ этотъ день находимъ закрытіе звѣзды α тельца. И такъ закрытіе сіе, прохожденіе луны и лунныхъ звѣздъ должны быть наблюдамы для долготы. Берлинъ выбранъ потому, чтобы моменты закрытія можно было получить прямо изъ календаря Энке (Enckes Jahrbuch). Для всякаго же другаго мѣста натурально нужно перевести по извѣстной приблизенно долготы моменты закрытія и прохожденія луны. Высота полюса Берлина $= 52°31',2$

На страницѣ 228 календаря, найдется закрытіе α тельца около $5^ч. 49', 4$, а вскрытіе около $6^ч. 58', 6$, средняго времени. Переведя это на звѣздное время, получимъ оба момента$=3^ч. 8', 4$ и $4^ч. 17', 6$. Прохожденіе центра луны показано на страницѣ 212 календаря, въ $4^ч. 27'. 30''$. звѣзднаго времени, слѣдовательно прохожденіе полнаго перваго края ея (это прежде полнолунія) будетъ$=$ $4^ч. 26'. 30''$. звѣзднаго времени. И такъ α тельца только что передъ этимъ выходитъ изъ за луны, но такъ близко къ ней, что только нѣсколькими секундами прежде края луны вступаетъ въ нити, установленнаго въ меридіанѣ инструмента, и слѣдовательно не можетъ быть наблюдаема. Для меридіональнаго прохожденія луны находимъ мы въ календарѣ на страницѣ 212, слѣдующее:

	Æ	δ.
48 тельца (6)	$=4^ч. 6'. 14''$	$+ 14°. 58'$
Край луны I	$=4. 26. 30.$	$+ 16. 55.$
I тельца (6. 7)	$=4. 47. 41.$	$+ 16. 53.$
104 m тельца (5)	$=4. 57. 32.$	$+ 18. 24.$

Изъ 3 лунныхъ звѣздъ, 48 и I тельца, изъ которыхъ первая 6 величины а вторая между 6 и 7, слишкомъ слабы для нашего инструмента, и потому, отбросивъ ихъ выбираемъ изъ каталога Г. Шумахера для 1821 года, другія слѣдующія для сравненія съ луною звѣзды, переведя ихъ для 1832 года:

	Æ	δ.
γ тельца (3. 4)	$=4^ч. 10', 2$	$+ 15°. 13'$
i Оріона (4)	$=4. 40, 8$	$+ 6. 40.$
i тельца (4. 5)	$=4. 53, 1$	$+ 21. 21.$
104 m тельца (5)	$=4. 57, 5$	$+ 18. 24.$

Закрытіе звѣзды будетъ немного прежде меридіональнаго прохожденія луны. Въ продолженіи этаго дѣлаютъ первое опредѣленіе времени, а послѣ лунныхъ звѣздъ, второе. Послѣ втораго опредѣленія времени, слѣдуютъ наблюденія для опредѣленія высоты полюса въ первомъ вертикалѣ; и наконецъ, если почтутъ нужнымъ еще одно опредѣленіе времени. Впрочемъ при вѣрномъ ходѣ хронометра, это послѣднее опредѣленіе времени будетъ уже лишнимъ.

Солнце заходитъ около 5ч. 0′. средняго=2ч. 19′. звѣзднаго времени. И такъ по этому дѣлаютъ уже выборъ звѣздъ, потому что прежде 2ч. 19′. звѣднаго времени, можно наблюдать одни только самыя свѣтлыя звѣзды, какъ напримѣръ около 1 часу проходящую чрезъ меридіанъ полярную звѣзду.

Мы предположили что инструментъ уже исправленъ по § 7, и установленъ по правилу I, § 9, такъ что находится весьма близко къ меридіану. Указатель I къ O. Теперь вопервыхъ наблюдается полярная звѣзда для опредѣленія погрѣшности линіи зрѣнія, и такъ сперва K. O. чрезъ 2 нити, потомъ K. W. чрезъ 3 нити. Время, въ которое проходитъ полярная звѣзда отъ I до III нити, для этой звѣзды почти равно 30′.

Теперь слѣдуютъ звѣзды которыя, должны наблюдаться въ меридіанѣ, и вмѣстѣ показано когда инструментъ должно перекладывать и когда ставить уровень.

Положен. оси.	ЗВѢЗДЫ.	Величина.	A. R	Склоненіе.
К. О.	Полярная I. II.	2.	0ч. 30′.	88°25.′
	ПЕРЕЛОЖЕНІЕ.			
К. W.	Поляр: III. IV. V.	2.	1. 0	88. 25
	Уровень.			
	β Мал. мед. Н. К.	2.	2. 51,3	105. 10
	β Персея.	2.	2. 57,3	+ 40. 18
	Уровень.			
	ПЕРЕЛОЖЕНІЕ.			
К. О.	Уровень.			
	δ Персея.	3. 4.	3. 31,0	+ 47. 15
	ζ Персея.	3. 4.	3. 43,6	+ 31. 23
	ζ Мал. медв: Н. К.	4.	3. 50,2	+101. 40
	Лося. 43.	6.	3. 58,1	+ 80. 24
	Уровень.			
	γ Тельца.	3. 4.	4. 10,2	+ 15. 13
	Край Луны I.		4. 26,5	+ 16. 55
	i Оріона.	4.	4. 40,8	+ 6. 40
	i Тельца.	4. 5.	4. 53,1	+ 21. 21
	104 m. Тельца.	5.	4. 57,5	+ 18. 24
	ε Мал. медв: Н. К.	4.	5. 3,4	+ 97. 42
	Камелеопарда 74.	5.	5. 17,3	+ 74. 55
	Уровень.			
	ПЕРЕЛОЖЕНІЕ.			
К. W.	Уровень.			
	δ Возничаго.	3. 4.	5. 45,0	+ 54. 16
	θ Возничаго.	4.	5. 48,2	+ 44. 55
	Камелеоп: 22 Hev.	5.	6. 0,3	+ 69. 20
	41. Дракона Н. К.	5.	6. 12,8	+100. 2
	Уровень.			

Итакъ около 6ч. 30′ звѣзднаго времени, можно будетъ установить инструментъ въ первомъ вертикалѣ. Такъ какъ высота полюса Берлина=52°.31′,2, то ищемъ въ каталогѣ для 1831 года всѣ звѣзды имѣющія склоненія отъ 39° до 52°,5 и отъ 3ч,5 до 13 часовъ прямаго восхожденія, и вычисляютъ тотчасъ ихъ часовые углы=t и зенитальныя разстоянія=z, въ первомъ вертикалѣ.

Звѣзды эти слѣдующія:

Имена звѣздъ.	Величина.	A. R.	Склоненіе	t.	z.	Прохожденія.	
						O. Верш.	W. Верш.
δ. Персея.	3. 4.	3ч. 31′,0	47°14′,5	2ч. 15′,9	22°. 18′	ч. ′	5ч.46′,9
v. ———	4. 5.	3. 33, 8	42. 2, 5	3. 5, 0	32. 27		[1]6. 38, 8
ε. ———	3. 4.	3. 46, 6	39. 31, 2	3. 23, 1	36. 41		[2]7. 9, 7
μ. ———	4. 5.	4. 2, 6	47. 58, 5	2. 6, 8	20. 36		6. 9, 4
ε. Возничаго	4.	4. 49, 9	43. 33, 8	2. 52, 7	29. 43		7. 42, 6
η. ———	4.	4. 54, 7	41. 0, 0	3. 12, 8	34. 14		[4]8. 7, 5
α. ———	1.	5. 4, 3	45. 49, 1	2. 31, 6	25. 21		[3]7. 35, 9
β. ———	2.	5. 47, 2	44. 55, 2	2. 40, 5	27. 9		[5]8. 27, 7
i. Бол. медвѣд.	3. 4.	8. 47, 6	48. 41, 7	1. 56, 9	18. 49	[2]6.50,7	10. 44, 5
k. — ———	4. 5.	8. 52, 1	47. 48, 9	2. 8, 9	20. 58	[1]6.43,2	11. 1, 0
θ. — ———	3.	9. 21, 6	52. 26, 2	0. 17, 8	2. 42	[5]9. 3,8	[6]9. 39, 4
λ. — ———	3. 4.	10. 6, 9	43. 45, 0	2. 51, 1	29. 23	[3]7.15,8	
μ. — ———	3.	10. 12, 3	42. 20, 5	3. 6, 7	31. 55	7. 5,6	
ψ. — ———	3. 4.	11. 0, 3	45. 24, 5	2. 35, 8	26. 11	[4]8.24,5	
χ. — ———	4.	11. 37, 1	48. 42, 7	1. 56, 7	18. 46	9.40,4	
8. Охотн. соб:	4. 5.	12. 25, 7	42. 16, 6	2. 56, 8	32. 2	9.28,9	
12. —— —	2. 3.	12. 48, 1	39. 13, 0	3. 25, 0	37. 10	[6]9.23,1	

По времени прохожденія ихъ чрезъ восточный и западный вертикалъ, соединяютъ звѣзды попарно, какъ напримѣръ означены они здѣсь, въ колоннахъ прохожденія, цыфрами: 1 и 1; 2 и 2; и такъ далѣе. Если наблюдатель долго остается на томъ же мѣстѣ и хочетъ болѣе сдѣлать опредѣленій высоты полюса, тогда нужно

поставить по порядку времени, всѣ прохожденія звѣздъ, отъ захожденія солнца до самой глубокой ночи, и потомъ уже выбрать изъ нихъ удобнѣйшія.

Наблюдатель долженъ всѣ времена прохожденія, для меридіана или перваго вертикала, перевести на свои часы; положимъ что поправка хронометра въ средній полдень $= + 17.' 48'',2$ по среднему времени, а суточное увеличиваніе ее $= + 6'',8$, то получимъ изъ календаря:

	Время по хроном.	Звѣздное время.	Приведеніе звѣзд. врем. на хроном.
10 Февраля.	$23^ч. 42.' 11'',8 =$	$21^ч. 18.' 9'',3 +$	$2^ч. 24',0.$
11 ———	23. 42. 5,0 =	21. 22. 5,9 +	2. 20, 0.

Откуда получимъ слѣдующую табличку для превращенія звѣзднаго времени въ хронометрическое.

Звѣздное время.	Поправка.	Звѣздное время.	Поправка.
$0^ч.$	$+2^ч. 23',6$	$6^ч$	$+ 2^ч. 22',6$
1.	23, 4	7	22, 4
2.	23, 2	8	22, 2
3.	23, 1	9	22, 1
4.	22, 9	10	21, 9
5.	22, 7	11	21, 7

Теперь поставимъ вмѣстѣ всѣ наблюденія, по порядку времени ихъ по часамъ, и вмѣсто склоненія, означимъ ихъ зенитальныя разстоянія, какъ въ меридіанѣ такъ равно и въ первомъ вертикалѣ.

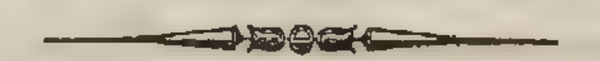
Обозрѣніе наблюденій 10 Февраля.

Полож. оси.	Наблюдаемые предметы.	Величина.	Время по часамъ.		Зенитальное разстояніе.		
Инструментъ въ меридіанѣ (Указатель I къ O.)							
K. O.	Поляр: I. II.	2.	2ч.	52′,5	35°.	54.′	N.
K. W.	Полярная III, IV, V.	2.	3.	22,4	35.	54.	N.
	Уровень.		4.	58			
	β. Мал: медвѣд: Н. К.	2.	5.	14,4	52.	39.	N.
	β. Персея..	2.	5.	20,4	12.	13.	S.
	Уровень.	(Вхожденіе α Тельца въ 5ч. 31′,5)					
K. O.	Уровень.						
	δ. Персея.	3. 4.	5.	54,0	5.	16.	S.
	ζ. ———	3. 4.	6.	6,6	21.	8.	S.
	ζ. Мал: медв: Н. К.	4.	6.	12,1	49.	9.	N.
	Лося 43.	6.	6.	21,0	27.	53.	N.
	Уровень.						
	γ. Тельца.	3. 4.	6.	32,9	37.	18.	S.
	(Выхожденіе α Тельца въ 6ч. 40′,5)						
	Край Луны I.		6.	49,3	35.	36.	S.
	i. Оріона.	4.	7.	3,5	45.	51.	S.
	104 m. Тельца.	5.	7.	21,2	34.	7.	S.
	ε. Мал. медв. Н. К.	4	7.	26,1	45.	11.	N.
	Камелеопарда 74.	5.	7.	40,0	22.	24.	N.
	Уровень.						
K. W.	Уровень.						
	δ. Возничаго.	3. 4.	8.	7,6	1.	45.	N.
	θ. ———	4.	8.	10,8	7.	36.	S.
	Камелеопар. 22 Hev	5.	8.	22,9	16.	49.	N.
	41 Дракона Н. К.	5.	8.	35,4	47.	31.	N.
	Уровень.						

Инструментъ въ первомъ вертикалѣ (Указатель I. къ N.)					
1.	K. S.	v. Персея.	4. 5.	9ч. 1',1	32° 27.' W.
		k. Больш. медв.	4. 5.	9. 5,7	20. 58. O.
2.	K. N.	i. Больш. медв.	3. 4.	9. 13,1	18. 49. O.
		ε. Персея.	3. 4.	9. 32,1	36. 41. W.
3.	K. S.	λ. Больш. медв.	3. 4.	9. 38,2	29. 23. O.
		α. Возничаго.	1.	9. 58,2	25. 21. W.
4.	K. N.	η. Возничаго.	4.	10. 29,7	34. 14. W.
		ψ. ———	3. 4.	10. 46,7	26. 11. O.
5.	K. S.	β. Возничаго.	2.	10. 49,9	27. 9. W.
		θ. Больш. медв.	3.	11. 25,9	2. 42. O.
6.	K. N.	12. Охотн. собак.	2. 3.	11. 45,1	37. 10. O.
		θ. Больш. медв.	3.	12. 1,4	2. 42. W.

Переложенія означены здѣсь поперечными чертами. Моменты относятся къ средней нити. Время же чѣмъ ранѣе каждая звѣзда вступитъ на первую нить, и при какихъ зенитальныхъ разстояніяхъ для перваго вертикала, можно означить въ особомъ столбцѣ; здѣсь же это выпущено. Для наблюденій въ первомъ вертикалѣ не сказано въ какое время должно ставить уровень. При этихъ

наблюденіяхъ всего лучше ставить: для перваго отдѣленія прежде наблюденій, то есть прежде γ персея; потомъ для втораго, между обоими звѣздами; и такъ далѣе.



РОСПИСЬ БЛИЗЪ ПОЛЮСНЫХЪ ЗВѢЗДЪ.

СЛУЖАЩИХЪ ДЛЯ ОПРЕДѢЛЕНІЯ ОТКЛОНЕНІЯ ИНСТРУМЕНТА ОТЪ ПОЛЮСА.

ДЛЯ 1832 ГОДА.

Число.	НАЗВАНІЕ ЗВѢЗДЪ.		Величина.	A. R.	Склоненія.
1	Камелеопарда 208.	Camelop 208.	5	12ч. 4',2	78°33'
2	k. Кассіопеи.	k. Cassiopeae.	4	0.23,5	62. 0
3	k. Дракона.	k. Draconis.	3	12.26,1	70.43
4	w. Цефеи.	w. Cephei.	5	0.47,0	85.21
5	Камелеоп. 32 H.	Camelop 32 H.	5	12.48,0	84.19
6	α Малой Медвѣд.	α Ursae min.	2	1. 0,0	88.25
7	ψ Кассіопеи.	ψ Cassiopeae.	5	1.14,1	67.14
8	38 Кассіопеи.	38 Cassiopeae	5	1.18,8	69.25
9	ε Кассіопеи.	ε Cassiopeae.	3	1.42,3	62.51
10	10 Дракона	10 Draconis.	4	13.46,5	65.34
11	50 Кассіопеи.	50 Cassiopeae.	4	1.48,9	71.36
12	α Дракона.	α Draconis.	3	13.59,8	65.11
13	4 Малой медвѣдиц.	4 Ursae min.	5	14. 9,7	78.21
14	i Кассіопеи.	i Cassiopeae.	4	2.15,3	66.38
15	Жатвенн. стража 47.	Cust. mess 47.	5	2.22,0	72. 5
16	5 Малой медвѣдицы	5 Ursae min.	4	14.28,0	76.27
17	β Малой медвѣдицы	β Ursae min.	2	14.51,3	74.51
18	Лося 32.	Rangiferi 32.	6	2.59,3	77. 6
19	Жатвенн. стража 61.	Cust mess 61.	5	3. 5,2	65. 2
20	γ Малой медвѣдицы	γ Urs: min:	3	15.21,0	72.27
21	Жатвенн. стража 75.	Cust. mess 75.	5	3.32,6	70.48
22	θ Малой медвѣдицы	θ Urs: min:	5	15.36,4	77.55
23	Камелеопарда 6.	Camelop 6.	5	3.42,6	62.35
24	ζ Малой медвѣдицы	ζ Urs: min:	4	15.50,2	78.20
25	Лося 43.	Rangif 43.	6	3.58,1	80.24

Число.	Названіе звѣздъ.		Величина.	A. R.		Склоненіе.	
26	к. Малой медвѣд.	к. Urs: min:	4	16.	15',7	76°.	17.'
27	η. Дракона.	η. Draconis.	3	16.	21, 7	61.	54.
28	η. Малой медвѣд.	η. Urs: min:	5	16.	22, 5	76.	8.
29	15. Дракона.	15. Draconis.	4	16.	28, 4	69.	8.
30	Камелеопарда 36.	Camelop 36.	6	4.	29, 2	80.	54.
31	9. Камелеопарда.	9. Camelop.	5	4.	37, 2	66.	3.
32	18. Дракона.	18. Draconis.	5	16.	39, 8	64.	54.
33	Камелеопарда 19 H.	Camelop 19 H.	5	4.	55, 0	79.	1.
34	ε. Малой медвѣд.	ε. Ursae min.	4	17.	3, 4	82.	18.
35	ζ. Дракона.	ζ. Draconis.	3	17.	8, 3	65.	56.
36	Камелеопарда 74.	Camelop 74.	5	5.	17, 3	74.	55.
37	w. Дракона.	w. Draconis.	5	17.	38, 0	68.	50.
38	ψ. Дракона.	ψ. Draconis.	4	17.	45, 0	72.	14.
39	Камелеопарда 22 H.	Camelop 22 H.	5	6.	0, 3	69.	20.
40	41. Дракона.	41. Draconis.	5	18.	12, 8	79.	58.
41	φ. Дракона.	φ. Draconis.	5	18.	23, 2	71.	15.
42	δ. Малой медвѣд.	δ. Urs: min:	4	18.	26, 5	86.	35.
43	Камелеопарда 126.	Camelop 126.	5	6.	35, 5	77.	11.
44	50. Дракона.	50. Draconis.	5	18.	51, 9	75.	14.
45	Камелеопарда 25 H.	Camelop 25 H.	4.5.	6.	55, 5	82.	43.
46	δ. Дракона.	δ. Draconis.	3	19.	12, 5	67.	23.
47	Камелеопарда 143.	Camelop 143.	4	7.	13, 1	68.	49.
48	τ. Дракона.	τ. Draconis.	4	19.	18, 8	73.	2.
49	49. Камелеопарда.	49. Camelop.	5	7.	31, 2	63.	14.
50	ε. Дракона.	ε. Draconis.	4	19.	48, 7	69.	50.
51	55. Камелеопарда.	55 Camelop.	5	7.	56, 0	68.	57.
52	ρ. Дракона.	ρ. Draconis.	4	20.	2, 0	67.	24.
53	к. Цефея.	к. Caphei.	5	20.	15, 2	77.	12.
54	π. Больш. медвѣд.	π. Urs: maj.	5	8.	24, 1	65.	36.
55	Цефея 46.	Cephei 46.	5	20.	30, 7	71.	58.
56	η. Цефея.	η. Cephei.	4	20.	41, 7	61.	10.

Числа.	НАЗВАНІЕ ЗВѢЗДЪ.		Величина.	A. R.	Склоненіе.
57	ρ. Больш. медвѣд.	ρ. Urs: maj.	5	8ч. 47',3	68°. 17.'
58	76. Дракона.	76. Draconis.	5	20. 54, 2	81. 54.
59	77. Дракона.	77. Draconis.	5	21. 8, 7	77. 26.
60	Дракона 1 Hev:	Draconis 1 Hev:	5	9. 12, 6	82. 4.
61	α. Цефея.	α. Cephei.	3	21. 14, 6	61. 53.
62	23. Больш. медвѣд.	23. Urs: maj.	4	9. 18, 2	63. 48.
63	24. Больш. медвѣд.	24. Urs: maj.	5	9. 19, 5	70. 33.
64	β. Цефея.	β. Cephei.	3	21. 26, 5	69. 49.
65	Цефея 122.	Cephei 122.	5	21. 29, 5	79. 47.
66	28. Больш. медвѣд.	28. Urs: maj.	5	9. 32, 9	64. 25.
67	τ. Цефея.	Cephei.	5	21. 39, 4	70. 33.
68	16. Цефея.	Cephei.	5	21. 56, 8	72. 23.
69	32. Бол. медвѣд.	32. Urs: maj.	5	10. 5, 7	65. 57.
70	Бол. медвѣд. 144.	Urs: maj 144.	5	10. 11, 9	66. 25.
71	Камелеопардъ 192.	Camelop 192.	5	10. 20, 4	76. 35.
72	ρ. Цефея.	ρ. Cephei.	5	22. 28, 5	77. 57.
73	Бол. медвѣд. 171.	Urs: maj: 171.	5	10. 30, 9	69. 58.
74	i. Цефея.	i. Cephei.	4	22. 43, 7	65. 19.
75	α. Больш. медвѣд.	α. Urs: maj:	2	10. 53, 3	62. 39.
76	π. Цефея.	π. Cephei.	5	23. 2, 6	74. 28.
77	θ. Цефея.	θ. Cephei.	5	23. 11, 7	67. 12.
78	λ. Дракона.	λ. Draconis.	3	11. 21, 5	70. 15.
79	γ. Цефея.	γ. Cephei.	3	23. 32, 5	76. 41.
80	Жатв. стража 4.	Cust. mess 4.	5	23. 46, 7	73. 28.
81	Камелеопардъ 205.	Camelop 205.	6	11. 56, 2	86. 31.

Звѣзды, гдѣ числа стоятъ передъ именемъ, выбраны изъ Фламстеда а гдѣ послѣ имени то изъ Уранографіи Г. Боде.

ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА I, ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНІЯ АЗИМУТА ПОЛЯРНОЙ ЗВѢЗДЫ, ДАЕТЪ М.

(Аргументъ: часовой уголъ полярной звѣзды отъ верхняго ея прохожденія, по обѣ стороны, до 12-ти часовъ.)

ч ′	′	ч ′	′	ч ′	′	ч ′	′	ч ′	′	ч ′	′
0. 0	0,00	0.30	12,41	1. 0	24,59	1.30	36,37	2. 0	47,51	2.30	57,85
1	0,42	1	12,82	1	24,99	1	36,75	1	47,87	1	58,18
2	0,83	2	13,23	2	25,39	2	37,13	2	48,23	2	58,50
3	1,25	3	13,64	3	25,79	3	37,51	3	48,59	3	58,83
4	1,66	4	14,05	4	26,19	4	37,89	4	48,94	4	59,15
5	2,08	5	14,46	5	26,59	5	38,27	5	49,30	5	59,48
6	2,49	6	14,87	6	26,99	6	38,65	6	49,65	6	59,80
7	2,91	7	15,28	7	27,39	7	39,03	7	50,01	7	60,12
8	3,32	8	15,69	8	27,78	8	39,41	8	50,36	8	60,44
9	3,74	9	16,10	9	28,18	9	39,79	9	50,71	9	60,76
10	4,15	40	16,50	10	28,57	40	40,16	10	51,06	40	61,08
1	4,56	1	16,91	1	28,97	1	40,54	1	51,41	1	61,40
2	4,97	2	17,32	2	29,36	2	40,91	2	51,75	2	61,71
3	5,39	3	17,73	3	29,76	3	41,29	3	52,10	3	62,03
4	5,80	4	18,13	4	30,15	4	41,66	4	52,45	4	62,34
5	6,22	5	18,54	5	30,55	5	42,03	5	52,80	5	62,65
6	6,63	6	18,95	6	30,94	6	42,40	6	53,14	6	62,96
7	7,05	7	19,36	7	31,33	7	42,77	7	53,48	7	63,27
8	7,46	8	19,76	8	31,72	8	43,14	8	53,82	8	63,58
9	7,87	9	20,17	9	32,11	9	43,51	9	54,16	9	63,89
20	8,28	50	20,57	20	32,50	50	43,88	20	54,50	50	64,20
1	8,70	1	20,98	1	32,89	1	44,25	1	54,84	1	64,51
2	9,12	2	21,38	2	33,28	2	44,61	2	55,18	2	64,81
3	9,54	3	21,79	3	33,67	3	44,98	3	55,52	3	65,11
4	9,95	4	22,19	4	34,05	4	45,34	4	55,85	4	65,41
5	10,36	5	22,59	5	34,44	5	45,71	5	56,19	5	65,71
6	10,77	6	22,99	6	34,83	6	46,07	6	56,52	6	66,01
7	11,18	7	23,39	7	35,22	7	46,43	7	56,86	7	66,31
8	11,58	8	23,79	8	35,60	8	46,79	8	57,19	8	66,60
9	12,00	9	24,19	9	35,99	9	47,15	9	57,52	9	66,90
30	12,41	1. 0	24,59	30	36,37	2. 0	47,51	30	57,85	3. 0	67,19

ч ′	′	ч ′	′	ч ′	′	ч ′	′	ч ′	′	ч ′	′
3. 0	67,19	3.30	75,39	4. 0	82,29	4.30	87,79	5. 0	91,79	5.30	94,21
1	67,48	1	75,64	1	82,50	1	87,95	1	91,90	1	94,27
2	67,77	2	75,89	2	82,70	2	88,11	2	92,00	2	94,32
3	68,06	3	76,14	3	82,91	3	88,26	3	92,10	3	94,37
4	68,35	4	76,39	4	83,11	4	88,41	4	92,20	4	94,41
5	68,64	5	76,64	5	83,31	5	88,56	5	92,30	5	94,46
6	68,93	6	76,88	6	83,51	6	88,71	6	92,40	6	94,50
7	69,22	7	77,12	7	83,71	7	88,86	7	92,50	7	94,54
8	69,50	8	77,36	8	83,90	8	89,01	8	92,59	8	94,58
9	69,78	9	77,60	9	84,10	9	89,16	9	92,68	9	94,62
10	70,06	40	77,84	10	84,29	4.40	89,30	5.10	92,77	40	94,66
1	70,34	1	78,08	1	84,48	1	89,44	1	92,86	1	94,70
2	70,62	2	78,31	2	84,67	2	89,58	2	92,95	2	94,73
3	70,90	3	78,55	3	84,86	3	89,72	3	93,04	3	94,76
4	71,17	4	78,78	4	85,04	4	89,85	4	93,12	4	94,79
5	71,45	5	79,01	5	85,23	5	89,99	5	93,20	5	94,82
6	71,72	6	79,24	6	85,41	6	90,12	6	93,28	6	94,84
7	71,99	7	79,47	7	85,59	7	90,25	7	92,36	7	94,87
8	72,26	8	79,69	8	85,77	8	90,38	8	93,43	8	94,89
9	72,53	9	79,92	9	85,95	9	90,51	9	93,51	9	94,91
20	72,79	50	80,14	20	86,12	50	90,63	20	93,58	50	94,93
1	73,06	1	80,37	1	86,30	1	90,75	1	93,65	1	94,95
2	73,32	2	80,59	2	86,47	2	90,87	2	93,72	2	94,97
3	73,59	3	80,81	3	86,64	3	90,99	3	93,79	3	94,98
4	73,85	4	81,02	4	86,81	4	91,11	4	93,86	4	94,99
5	74,11	5	81,24	5	86,98	5	91,23	5	93,92	5	95,00
6	74,37	6	81,45	6	87,14	6	91,34	6	93,98	6	95,01
7	74,63	7	81,66	7	87,31	7	91,46	7	94,04	7	95,02
8	74,88	8	81,87	8	87,47	8	91,57	8	94,10	8	95,02
9	75,14	9	82,08	9	87,63	9	91,68	9	94,16	9	95,03
30	75,39	4. 0	82,29	30	87,79	5. 0	91,79	30	94,21	6. 0	95,03

Если же часовой уголъ больше 6-ти часовъ, то берется его дополненіе къ 12-ти часамъ.



ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА II, ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНІЯ АЗИМУТА ПОЛЯРНОЙ ЗВѢЗДЫ, ДАЕТЪ N.

(Аргументъ: часовой уголъ полярной звѣзды, какъ для таблицы I, и высота полюса.)

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	62°	64°	66°	68°	70°	72°	74°	76°	78°
0 ч 0′	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00
10	00	+ 0. 01	+ 0. 02	+ 0. 03	+ 0. 04	+ 0. 06	+ 0. 07	+ 0. 09	+ 0. 10	+ 0. 12	+ 0. 14	+ 0. 17	+ 0. 21	+ 0. 23	+ 0. 25	+ 0. 28	+ 0. 30	+ 0. 34	+ 0. 38	+ 0. 44	+ 0. 51	+ 0. 61
20	00	02	04	06	08	11	14	17	20	24	28	34	42	45	50	55	60	67	76	88	1. 01	1. 22
30	00	03	06	09	12	16	20	25	30	35	42	50	62	67	74	81	90	1. 00	1. 14	1. 30	51	81
40	00	04	08	12	16	21	27	32	39	46	55	66	81	88	97	1. 07	1. 18	32	1. 50	72	99	2. 38
50	00	05	10	15	20	26	33	39	48	57	68	82	1. 00	1. 09	1. 20	52	46	63	84	2. 12	2. 46	94
1 ч 0′	00	06	12	18	24	31	39	46	56	68	80	97	19	30	42	56	72	93	2. 18	50	90	3. 47
10	00	07	14	21	28	36	45	53	64	78	92	1. 11	36	49	62	79	98	2. 21	48	87	3. 33	97
20	00	07	15	23	31	40	50	60	72	87	1. 03	25	53	66	81	2. 01	2. 22	48	79	3. 20	72	4. 43
30	00	08	16	25	34	44	55	67	80	95	14	38	68	83	99	20	44	72	3. 07	51	4. 09	87
40	00	09	18	27	37	48	60	73	87	1. 03	24	49	81	98	2. 15	38	63	93	32	79	42	5. 26
50	00	09	19	29	39	51	64	78	92	10	32	59	93	2. 12	30	53	81	3. 13	53	4. 05	70	60
2 ч 0′	00	10	20	30	41	54	67	81	97	16	40	67	2. 04	23	43	67	96	30	72	27	95	89
10	00	10	20	31	43	56	70	84	1. 01	21	46	74	13	33	53	78	3. 08	45	88	45	5. 16	6. 13
20	00	10	21	32	44	58	72	87	04	25	50	80	21	40	62	88	19	56	4. 00	58	33	33
30	— 01	10	21	33	45	59	73	89	07	28	53	85	26	46	68	95	27	65	10	68	44	47
40	01	10	21	33	46	60	74	91	08	30	55	88	30	50	72	3. 00	32	71	15	75	51	55
50	01	10	21	34	47	60	75	92	09	31	57	90	32	52	75	02	35	73	19	79	54	57
3 ч 0′	01	10	21	34	47	60	76	92	10	52	58	90	32	52	75	03	34	73	19	78	53	55
10	01	10	21	34	47	59	75	91	09	31	56	88	31	50	73	00	32	70	15	73	47	47
20	01	10	21	33	46	59	74	91	08	29	54	86	27	47	69	2. 96	27	64	08	65	37	35
30	01	10	21	33	45	58	72	89	06	27	51	82	22	41	63	89	19	55	3. 98	52	23	17
40	01	09	20	32	43	56	70	87	03	23	47	76	15	33	54	79	09	43	84	36	04	5. 93
50	01	09	19	30	41	54	67	83	0. 99	18	41	69	06	24	44	67	2. 95	28	68	17	4. 81	65
4 ч 0′	02	08	18	28	39	51	64	78	93	12	34	60	1. 95	12	31	53	79	10	48	3. 95	54	33
10	02	07	17	27	37	48	61	73	87	03	26	50	85	1. 99	16	38	62	2. 91	26	70	24	4. 96
20	02	07	16	25	35	45	57	68	81	0. 98	17	40	70	85	01	21	43	69	01	42	3. 92	57
30	02	06	14	23	32	41	52	62	75	90	08	29	56	70	1. 84	02	22	46	2. 75	11	56	14
40	02	05	13	21	29	37	47	56	68	81	0. 98	17	41	53	66	1. 81	1. 99	21	47	2. 78	17	3. 69
50	02	05	12	19	26	33	41	49	60	72	86	04	24	35	46	59	75	1. 94	16	43	2. 77	18
5 ч 0′	02	04	10	16	22	29	35	42	52	62	74	0. 80	07	16	25	36	50	65	1. 84	06	34	2. 69
10	02	03	08	13	18	24	29	35	43	52	62	73	0. 89	0. 96	05	13	24	36	51	1. 68	1. 90	16
20	02	02	06	10	14	19	23	28	34	41	49	57	70	76	0. 82	0. 88	0. 96	05	17	30	44	1. 63
30	02	01	04	07	10	13	17	21	25	30	36	41	50	54	59	63	68	74	0. 82	90	0. 98	08
40	02	00	02	04	06	08	11	13	16	19	23	25	30	32	35	37	40	43	47	50	52	+ 0. 53
50	02	— 0 01	00	01	02	03	05	05	06	08	00	09	10	11	12	12	12	12	12	09	06	— 0. 02

ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА II, ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНІЯ АЗИМУТА ПОЛЯРНОЙ ЗВѢЗДЫ, ДАЕТЪ N.

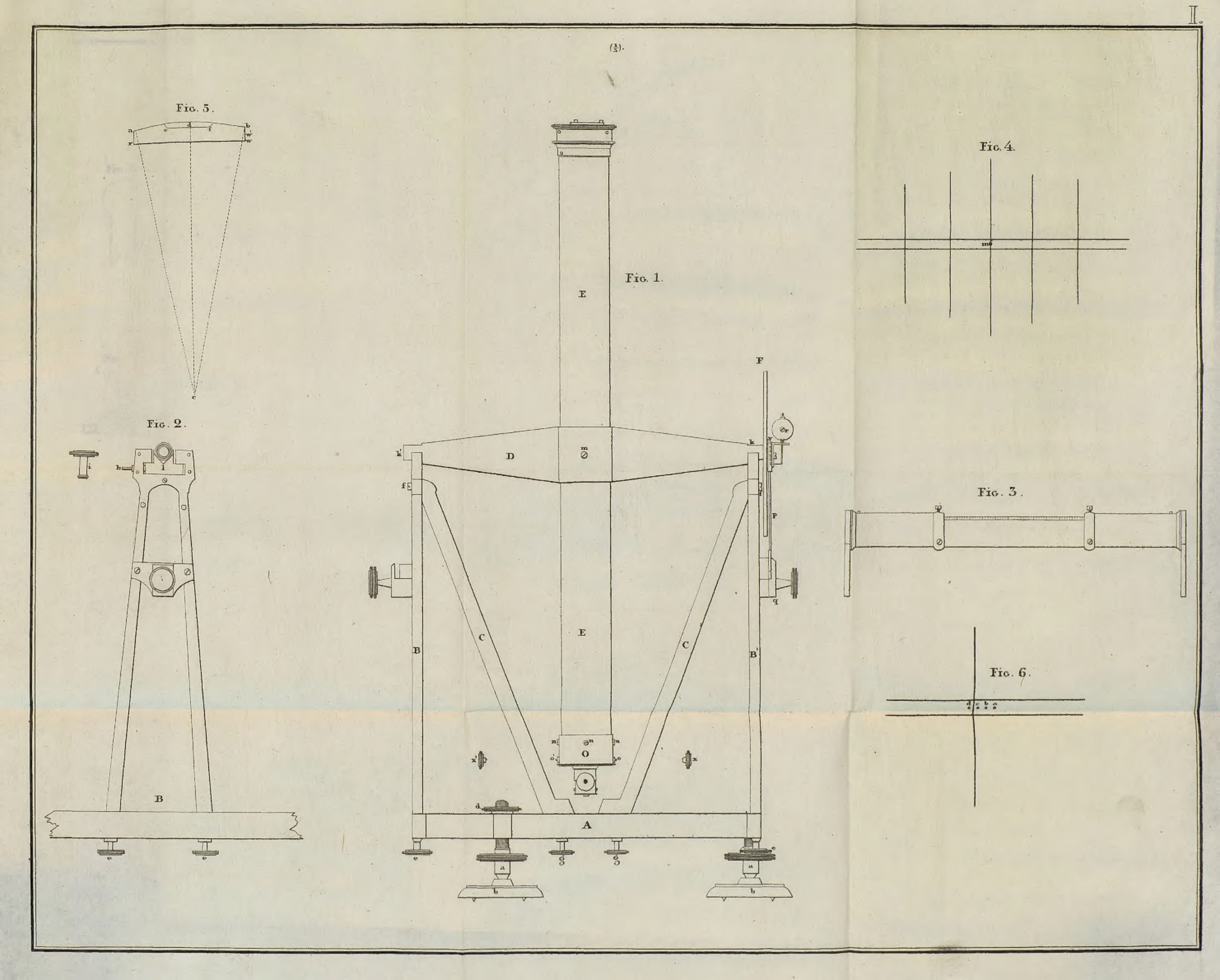
(Аргументъ: часовой уголъ полярной звѣзды, какъ для таблицы I, и высота полюса).

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	62°	64°	66°	68°	70°	72°	74°	76°	78°
6 ч 0′	— 0. 02	— 0. 02	— 0. 02	— 0. 02	— 0. 02	— 0. 03	— 0. 03	— 0. 03	— 0. 04	— 0. 04	— 0. 06	— 0. 07	— 0. 09	— 0. 11	— 0. 12	— 0. 14	— 0. 17	— 0. 20	— 0. 24	— 0· 32	— 0. 41	— 56
10	02	03	04	05	06	08	10	12	14	15	20	23	29	32	35	39	46	52	60	72	86	1. 09
20	02	04	06	08	10	13	17	20	24	26	33	39	49	53	58	64	73	82	94	1. 10	1. 31	61
30	02	05	08	11	14	19	23	27	33	38	46	55	68	74	81	89	1. 00	1. 12	1. 28	48	74	2. 12
40	02	06	10	14	18	24	29	34	42	49	59	70	87	94	1. 03	1. 12	26	41	60	85	2. 15	60
50	02	07	12	17	22	29	35	41	50	60	71	85	1. 04	1. 14	24	35	50	68	90	2. 19	55	3. 05
7 ч 0′	02	08	14	20	26	33	41	48	58	70	82	99	21	32	44	58	74	95	2. 20	52	92	49
10	02	09	16	22	29	37	46	55	66	79	93	1. 12	37	49	62	79	97	2. 20	48	82	3. 28	89
20	02	09	17	24	32	41	51	62	74	88	1. 03	25	52	65	80	99	2. 19	43	73	3. 11	60	4. 26
30	02	10	18	27	36	45	56	68	81	96	13	37	66	80	96	2. 16	38	64	97	37	90	60
40	02	11	20	29	39	49	60	73	87	1. 03	22	47	78	93	2. 11	32	55	83	3. 18	61	4. 16	90
50	02	11	21	31	41	52	64	78	92	10	50	56	89	2. 05	24	45	70	3. 01	37	81	38	5. 15
8 ч 0′	02	12	22	32	43	55	68	82	97	16	38	64	99	16	35	57	83	14	52	99	58	37
10	01	12	22	33	45	57	71	85	1. 01	21	44	70	2. 06	25	44	67	94	26	65	4. 13	73	54
20	01	12	23	34	46	59	73	87	04	25	48	75	13	32	52	75	3. 02	35	75	24	86	68
30	01	12	23	35	47	60	74	89	06	27	51	80	18	37	57	81	09	43	82	32	95	77
40	01	12	23	35	48	61	75	90	08	28	53	83	21	41	61	85	13	47	87	37	5. 01	82
50	01	12	24	36	49	61	75	91	09	29	55	85	23	42	63	87	16	49	90	39	03	84
9 ч 0′	01	12	24	36	49	62	76	92	10	50	56	86	24	42	63	87	16	49	89	58	01	81
10	01	12	24	36	49	61	75	91	09	29	54	84	22	41	61	85	13	46	86	34	4. 95	74
20	01	12	23	35	48	60	74	90	07	28	52	81	18	37	58	81	08	40	79	26	86	63
30	01	12	23	35	47	59	73	89	05	26	49	77	14	32	52	75	01	33	70	16	74	48
40	00	11	22	34	45	57	71	87	02	23	45	72	07	25	44	66	2. 91	22	58	03	58	29
50	00	11	21	32	43	55	68	83	0. 98	18	30	65	1. 99	16	35	56	80	09	44	3. 86	39	06
10 ч 0′	00	10	20	30	41	52	65	79	93	12	32	57	90	05	23	43	66	2. 94	28	67	17	4. 81
10	00	09	19	29	39	49	61	74	88	05	25	48	79	1. 93	10	30	51	77	09	46	3. 92	53
20	00	09	18	27	37	46	57	69	82	0. 98	17	38	67	81	1. 96	15	35	59	2. 88	22	66	21
30	00	08	16	25	34	42	53	64	76	91	08	28	54	67	81	1. 98	16	38	65	2. 97	37	3. 87
40	00	07	15	23	31	39	48	58	69	83	0. 98	16	40	52	64	79	1. 96	15	42	69	04	50
50	00	07	14	21	28	35	43	51	62	74	87	04	25	35	47	59	74	1. 92	15	40	2. 70	12
11 ч 0′	00	06	12	18	24	31	37	44	54	64	76	0. 91	09	18	28	38	52	67	1. 86	08	36	2. 71
10	00	05	10	15	20	26	32	37	46	54	65	76	0. 92	1. 00	07	17	28	41	57	1. 76	1. 99	28
20	00	04	08	12	16	21	26	30	37	44	53	61	73	0. 81	0. 87	0. 94	04	14	27	42	60	1. 84
30	00	03	06	09	12	16	20	23	28	33	40	46	56	61	66	71	0. 78	0. 86	0. 96	08	21	59
40	00	02	04	06	08	11	14	16	19	22	27	31	37	41	44	47	52	58	64	73	0. 81	0. 94
50	00	01	02	03	04	06	07	08	10	11	14	16	19	21	22	24	26	29	32	37	41	47
12 ч 0′	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	0. 00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА III ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНІЯ АЗИМУТА ПОЛЯРНОЙ ЗВѢЗДЫ, ДАЕТЪ C.

(Аргументъ: склоненіе полярной звѣзды).

88°23′. 0″	+0,00905		88°25′. 0″	−0,00000	
10	831	74	10	076	76
20	756	75	20	153	77
30	681	75	30	229	76
40	606	75	40	306	77
50	530	76	50	383	77
24. 0	455	75	26. 0	460	77
10	380	75	10	537	77
20	304	76	20	614	77
30	228	76	30	692	78
40	152	76	40	769	77
50	076	76	50	847	78
25. 0	000	76	27. 0	924	77


(⅓).
Fig. 5.
Fig. 4.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 6.
E
D
C
B
A
O
F
P

($\frac{1}{2}$)

Fig. 9.

Fig. 5.

Fig. 6.

7.

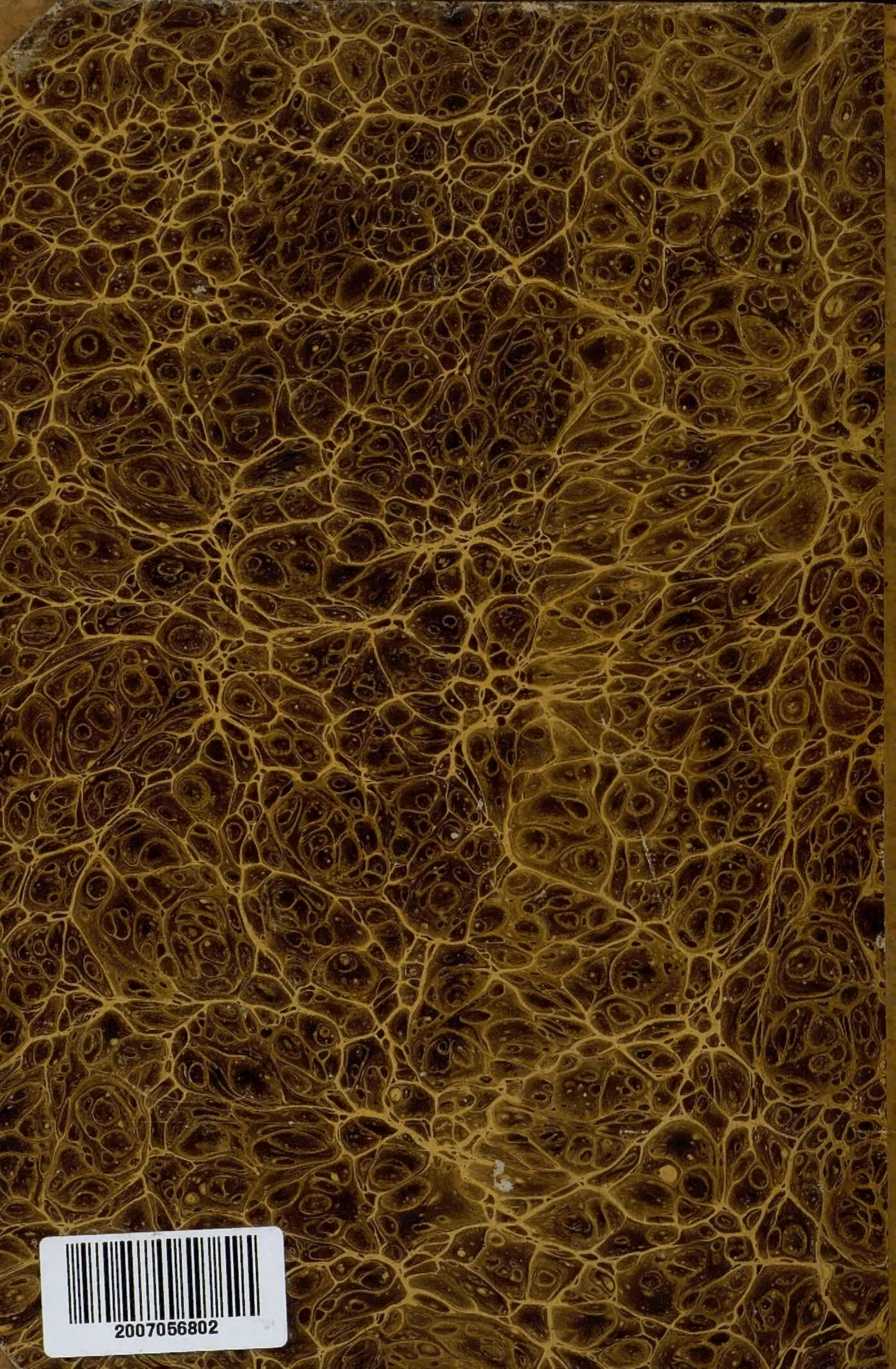
Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 3.

Fig. 8.


2007056802